Biota Colombiana

ISSN 0124-5376

Volumen 13 • Número 2 • Julio - diciembre de 2012
Especial Bosque Seco en Colombia









Biota Colombiana es una revista científica, periódica-semestral, arbitrada por evaluadores externos, que publica artículos originales y ensayos sobre la biodiversidad de la región neotropical, con énfasis en Colombia y países vecinos. Incluye temas relativos a botánica, zoología, ecología, biología, limnología, pesquerías, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad. El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Biota Colombiana incluye, además, las secciones de Notas y Comentarios, Reseñas y Novedades Bibliográficas, donde se pueden hacer actualizaciones o comentarios sobre artículos ya publicados, o bien divulgar información de interés general como la aparición de publicaciones, catálogos o monografías que incluyan algún tema sobre la biodiversidad neotropical.

Biota colombiana is a scientific journal, published every six months period, evaluated by external reviewers which publish original articles and essays of biodiversity in the neotropics, with emphasis on Colombia and neighboring countries. It includes topics related to botany, zoology, ecology, biology, limnology, fisheries, conservation, natural resources management and use of biological diversity. Sending a manuscript, implies a the author's explicit statement that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Biota Colombiana also includes the Notes and Comments Section, Reviews and Bibliographic News where you can comment or update the articles already published. Or disclose information of general interest such as recent publications, catalogues or monographs that involves topics related with neotropical biodiversity.

Biota Colombiana es indexada en Publindex (Categoría B), Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's y Ebsco.

Biota Colombiana is indexed in Publindex, Redalyc, Latindex, Biosis: Zoological Record, Ulrich's and Ebsco.

Biota Colombiana es una publicación semestral. Para mayor información contáctenos / ***Biota Colombiana*** is published two times a year. For further information please contact us.

www.siac.net.co/biota/

biotacol@humboldt.org.co

Impreso por ARFO - Arte y Fotolito
Impreso en Colombia / Printed in Colombia

Revista *Biota Colombiana*
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt
Teléfono / *Phone* (+57-1) 320 2767
Calle 28A # 15 - 09
Bogotá D.C., Colombia

Presentación

Teniendo en cuenta la amplia diversidad ecosistémica de nuestro país y el actual escenario de transformación de los sistemas naturales, es necesario ampliar la base de conocimiento científico de aquellos ecosistemas que se encuentran en mayor situación de amenaza, como el bosque seco tropical. Este ecosistema plantea una situación especial para el país, ya que por un lado se encuentra muy fragmentado debido a que ha perdido la mayor parte de su distribución original en el territorio, sumado a una escasa representatividad en el sistema de áreas protegidas; y por otro ha recibido históricamente un bajo interés por parte de la comunidad científica, la cuál ha enfocado tradicionalmente sus investigaciones en otros ecosistemas como selvas húmedas y páramos. Esta situación crea la necesidad imperiosa de aumentar las actividades de preservación y restauración en las porciones remanentes de bosque seco, pero con una base de información científica, que en muchos casos es escasa o prácticamente nula.

El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt siempre ha considerado dentro de su agenda de investigación estos bosques. Recientemente, de la mano con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ha trabajado en el desarrollo de un portafolio de restauración para los bosques secos del país, con lineamientos básicos que faciliten la toma de decisiones, principalmente a una escala regional. Sin embargo aún existen vacíos de información científica, lo que nos ha motivado a preparar este número especial de *Biota Colombiana* dedicado a los bosques secos, con información que aporte a la gestión integral de este ecosistema.

Esperamos que este trabajo sea del agrado de todos ustedes y que se constituya en una herramienta de referencia para la comunidad científica y los tomadores de decisiones que se encuentran trabajando en relación con este valioso ecosistema. Agradecemos al Comité Directivo, Comité Científico Editorial y a todos los evaluadores anónimos. Agradecimiento especial al Editor invitado, Dr. Wilson A. Ramírez y a Hernando García, por su apoyo en este proceso.

Brigitte L. G. Baptiste
Directora General

Carlos A. Lasso
Editor *Biota Colombiana*

Wilson A. Ramírez
Editor invitado

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
Alexander von Humboldt

Prólogo

Hay un amplio consenso acerca de que los bosques secos tropicales con estacionalidad (lluvias-sequía) son los más amenazados en el mundo, pero a pesar de esto han sido menos estudiados por los científicos y conservacionistas que dedican más esfuerzos a su primo más glamoroso, el bosque tropical lluvioso.

La conservación de estos bosques únicos dependerá de un mejor conocimiento biológico sobre la composición y la distribución de su flora y fauna, así como de los procesos ecológicos que gobiernan el funcionamiento del bosque seco tropical. Todos estos asuntos son tratados en este número especial de *Biota Colombiana,* que incluye información sobre la flora, fauna y la ecología de los bosques secos tropicales de Colombia.

La destrucción masiva de los bosques secos tropicales en la Américas se debe en parte a sus suelos, normalmente fértiles y muy aptos para la agricultura. La conversión de estos bosques ha ocurrido en algunos casos durante miles de años. Esto significa que en muchas regiones solo quedan fragmentos del bosque original y el estado del bosque seco tropical en Colombia no es una excepción. Por ejemplo, Arcila-Cardón y colaboradores muestran que queda menos del 2% del bosque seco tropical de la cuenca alta del río Cauca y que estos fragmentos tienen un tamaño promedio de apenas 6 ha. Dicha situación ilustra claramente la necesidad urgente de conservar estos parches remanentes.

En una escala continental los bosques secos tropicales de Colombia ocupan una posición intermedia entre los principales bloques de bosque de Mesoamérica, las Islas del Caribe y los del sur en Perú, Bolivia, Brasil y Argentina. El análisis fitogeográfico preliminar de la flora del bosque seco tropical sugiere que las relaciones de los bosques secos tropicales colombianos son todavía inciertas. Su afinidad más cercana podría ser con Mesoamérica y el Caribe, pero la correlación es débil y hay una necesidad clara de más información. Ese tipo de base de datos más amplia, se recoge en las contribuciones a este número de la revista, que presenta inventarios de las plantas de los bosques secos tropicales de los departamentos de Bolívar, Atlántico y Valle del Cauca; anfibios de Sucre y la cuenca alta del río Magdalena; las hormigas del alto Cauca y otra información sobre especies introducidas. Tal conocimiento de la composición taxonómica de la flora y fauna es fundamental para adelantar los estudios de la conservación y uso sostenible de los bosques.

El siguiente paso es analizar estas bases de datos, buscando patrones de diversidad, endemismo y distribución, porque idealmente las áreas de conservación deben incluir la máxima diversidad y endemismo. A escala nacional algunas de las contribuciones proveen interesantes "fotografías instantáneas" de la distribución de la biodiversidad en los bosques secos tropicales colombianos. Por ejemplo, Acosta Galvis demuestra que mientras el 55% de las especies de anfibios en los bosques secos del valle del río Magdalena son compartidas con la costa del Caribe, numerosas especies caribeñas no alcanzan a llegar a los bosques interiores del valle del río Magdalena. Chacón de Ulloa y colaboradores muestran que la mayor diversidad de hormigas (93% de todas las especies) se encuentra en fragmentos de bosque seco tropical del alto Cauca, mientras que la menor diversidad se observa en las áreas adyacentes intervenidas, llamando así la atención de la importancia de conservar esos fragmentos de bosque original así sean pequeños. Los científicos colombianos deben hacer, cuando sea posible, un mayor esfuerzo para

analizar en un contexto más amplio a nivel continental, los datos que ya se están generando. De esta manera se entendería mejor cuales especies son únicas para el país y que por lo tanto merecerían prioridad a escala internacional.

Dado el tamaño pequeño de los fragmentos de bosque seco tropical que quedan en Colombia, su conservación efectiva dependerá de entender su ecología y dinámica. En ese sentido aquí se presentan estudios de Torres y colaboradores para del Valle del Cauca y por Valencia y colaboradores, para el área de Chicamocha. Debido al estado muy intervenido y altamente fragmentado de los bosques secos tropicales, estos son más vulnerables a la invasión por especies exóticas. Una historia que muestra la rapidez con que eso puede ocurrir, se encuentra en la contribución de López Camacho y colaboradores, quienes documentan la dispersión de *Acacia farnesiana* en la Isla de Providencia. Esa especie llegó en el 2004-2005, en material importado para construir una pista de aterrizaje en el aeropuerto de la Isla. Valencia y colaboradores documentan también como *Lippia origanoides*, especie muy agresiva, invade los bosques secos tropicales de la región de Chicamocha. Por último, De La Ossa y colaboradores reportan la presencia del caracol gigante africano (*Achatina fulica*) en la región Caribe.

Si vamos a conservar lo que queda del bosque seco tropical, los científicos de la biodiversidad están obligados a presentar información que tenga relevancia en la conservación y tantos los científicos como los conservacionistas, deben mostrar al público y a las personas que toman las decisiones, la importancia de estos bosques. Este número especial de Biota Colombiana es una importante contribución al conocimiento sobre la biodiversidad de los bosques secos tropicales colombianos e incluye información vital para la biología de la conservación. Aplaudo a los editores de este libro y a todos los autores por su valioso trabajo.

Dr. Toby Pennington
Sección de Diversidad Tropical
Jardín Real de Edinburgo
Reino Unido

Preface

Seasonally dry tropical forests are widely agreed to be the most endangered tropical forest type in the world, and they have suffered by receiving less attention from scientists and conservationists than their more glamorous cousin, the rain forest. Conservation of these unique forests will depend on better basic biological knowledge about the composition and distribution of their flora and fauna and the ecological processes that govern the dry forest system. All these issues are addressed in this important volume of Biota Colombiana, which brings under one cover information about the flora, fauna and ecology of the dry forests of Colombia.

The massive destruction of tropical dry forests in the Americas is partly due to their generally fertile soils that are highly suitable for agriculture, and conversion of these forests has in some cases taken place over millennia. This means that in many regions only tiny fragments remain. The state of dry forest in Colombia is no exception. For example, in this volume, Arcila Cardona *et al*. show that less that 2% of the dry forests of the cuenca alta del río Cauca remain, with a mean size of the remaining fragments of 6 ha. This is a graphic illustration of the urgency of conservation of these last, small remaining patches.

At a continental scale, the dry forests of Colombia occupy an intermediate position between the main dry forest blocks of Mesoamerican and the Caribbean islands, and those of the south in countries including Perú, Bolivia, Brazil and Argentina. Preliminary phytogeographic analyses of the flora of neotropical dry forests suggest that the relationships of Colombian dry forests are somewhat uncertain. Their closest affinities may lie with Mesoamerica and the Caribbean, but the relationship is weak, and there is clearly a need for more data. Such an improved dataset is provided by papers in this volume that give inventories of plants for dry forests in Bolívar, Atlántico and Valle del Cauca. In addition, other papers catalogue amphibians for Sucre and the upper Magdalena valley, and ants for the alto río Cauca. Such knowledge of the taxonomic composition of flora and fauna is fundamental to further studies of conservation and sustainable use.

A next step is to analyse such inventory data for patterns of diversity, endemism and distribution because, ideally, conservation areas should protect maximum diversity and endemism. At a national scale, some of the papers in this volume provide some interesting snapshots of the distribution of biodiversity in Colombian dry forests. For example, Acosta Galvis demonstrates that whilst 55% of amphibian species in the dry forests of the Magdalena valley are shared with the Caribbean coast, numerous Caribbean species do not reach the forests in the interior of the Magdalena valley. Chacon de Ulloa *et al.* show that by far the highest diversity of ants (93% of total species) is found in dry forest fragments in the alto río Cauca, with far lower diversity found in surrounding disturbed areas, underlining the importance of conserving the remaining fragments of dry forest, however small. A future research program for Colombian biodiversity scientists should be, wherever possible, to try to analyse their data at a wider, continental scale. It will be important to understand exactly which Colombian species are unique to the country, and therefore priorities for conservation at an international scale.

Given the small size of the remaining fragments of Colombian dry forest, their effective conservation will depend upon understanding their ecology and dynamics. Useful studies are provided here by Torres *et al*. for the Cauca

valley and Valencia *et al.* for the Chicamocha area. Because of the highly disturbed and fragmented nature of tropical dry forests, they are also vulnerable to invasion by non-native species. An account of how quickly this can happen is given by Lopez Camacho *et al*., who document the rapid spread of *Acacia farnesiana* on Providencia island. This species arrived only in 2004-05 in soil imported to construct an airport. Valencia *et al*. also document how aggressive *Lippia origanoides* can be in the dry forests of the Chichamocha región. Similar information is provided by De La Ossa *et al*. about the introduction of the African giant snail (*Achatina fulica*) in the Caribbean coast of Colombia.

If we are to conserve the remaining areas of dry forests , biodiversity scientists must provide information of relevance to conservation, and both scientists and conservations need to highlight the importance of these forests to the public and decision makers wheneve they can. This volume is an important contribution to the knowledge of the biodiversity of Colombian dry forests, which is full of information that is vital to conservation biology. I applaud the editors of this volume, and all the authors, for their valuable work.

Dr. Toby Pennington

Tropical Diversity Section
Royal Botanic Garden Edinburgh
Edinburgh,UK

Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia

Alba Marina Torres G., Juan Bautista Adarve, Mariana Cárdenas, Jhon Alexander Vargas, Viviana Londoño, Katherine Rivera, Johan Home, Olga Lucía Duque y Ángela María González

Resumen

Los ecosistemas del Valle del Cauca han sido transformados a un paisaje con pocos y pequeños fragmentos de bosque. Este estudio midió tasas de mortalidad y reclutamiento, cambios en estructura, composición y almacenamiento de biomasa de la vegetación en una parcela permanente de 1 ha en el Parque Natural Regional El Vínculo, Valle del Cauca, en el 2009 y 2011. Se registraron 1768 tallos con DAP ≥ 5 cm que aumentaron a 1811 tallos en el 2011, representados por 52 especies de 25 familias. Fabaceae y Rutaceae fueron las familias más dominantes. Las especies con mayores IVI, área basal y aporte de biomasa fueron *Eugenia procera, Amyris pinnata, Pithecellobium lanceolatum, Guapira* sp. y *Guazuma ulmifolia.* La tasa de mortalidad anual (T_m= 4,84%) se debió a la muerte de tallos de especies heliófilas. La tasa de reclutamiento anual (T_r= 6,94%) reflejó el éxito en la dispersión y establecimiento de especies dispersadas por animales. La tendencia de la vegetación fue a aumentar el área basal y la biomasa. Se concluye que el bosque se encuentra en un estado sucesional temprano, no muestra perturbación y es un reservorio representativo de la diversidad del bosque seco tropical.

Palabras clave. Parcelas permanentes. Composición y estructura florística. Biomasa. Sucesión vegetal. Parque Natural Regional El Vínculo.

Abstract

The ecosystems of Valle del Cauca have been transformed to a landscape with few and small fragments of forest. This study measured the mortality and recruitment rates, changes in structure, composition, and biomass storage of the vegetation in a one-hectare permanent plot in the El Vínculo Regional Natural Park, Valle del Cauca, in 2009 and 2011. One thousand, seven hundred sixty-eight stems with DAP ≥ 5 cm were registered, which increased to 1811 stems in 2011, comprising 52 species and 25 families. Fabaceae and Rutaceae were the dominant families. The species with highest IVI, basal area, and biomass contribution were *Eugenia procera, Amyris pinnata, Pithecellobium lanceolatum, Guapira* sp. and *Guazuma ulmifolia.* The annual mortality rate (T_m= 4,84%) was due to stem death of heliophilous species. The annual recruitment rate (T_r= 6,94%) showed the success in dispersal and establishment of animal-dispersed species. The tendency of the vegetation was to increase basal area and biomass. We conclude that the forest is in an early successional stage, shows no disturbance, and is a reservoir representative of the diversity of tropical dry forest.

Key words. Permanent plots. Floristic composition and structure. Biomass. Vegetational succession. El Vínculo Regional Natural Park.

Introducción

La fragmentación y pérdida de hábitat son los principales causantes de la disminución de la diversidad a nivel global (Wilcove *et al.* 1986). Estos procesos producen reducción de la cantidad de hábitat, incremento en el número de parches de hábitat, reducción en el tamaño del parche de hábitat e incremento en el aislamiento de los parches (Fahrig 2003). Estos fragmentos, parches o relictos de bosque generados se convierten en un reservorio de las comunidades de los bosques naturales, los cuales quedan inmersos en una matriz de hábitat diferente al original.

Los ecosistemas naturales del Valle del Cauca han sufrido ampliamente la fragmentación de sus bosques, debido principalmente a la práctica extensiva e intensiva de la agricultura, la cual es favorecida por un complejo de suelos muy fértiles, enriquecido por inundaciones periódicas y la sedimentación del río Cauca (Salazar *et al.* 2002). En consecuencia, en la actualidad el paisaje se ha transformado en una matriz de caña de azúcar con fragmentos del hábitat original, considerado por Espinal y Montenegro (1963) como bosque seco tropical (bs-T). Precisamente, el bosque seco tropical es el ecosistema más amenazado en las zonas bajas del trópico (Janzen 1988b). De las tres grandes regiones con este tipo de zona de vida en Colombia, el valle geográfico del río Cauca es la región con menor cobertura vegetal natural, presentando pequeños remanentes aislados que cubren alrededor del 3% de la cobertura de la vegetación original (IAvH 1998).

Los fragmentos representativos del bosque seco tropical en el departamento del Valle del Cauca son la Hacienda Colindres (Jamundí), la Reserva Natural Laguna de Sonso (Buga), el Parque Natural Regional (PNR) El Vínculo (Buga), los bosques de Las Chatas (Buga), Bosque El Tíber (San Pedro), el Jardín Botánico Juan María Céspedes (Tuluá), Hacienda el Medio (Zarzal), Hacienda Las Pilas (Zarzal), Hacienda Potrerochico (Cartago) y Hacienda el Hatico (El Cerrito) (CVC 1990, González y Devia 1995, Armbrecht y Ulloa-Chacón 1999, Salazar *et al.* 2002). La mayoría de estos parches de bosque se han originado del mismo modo que los fragmentos de bosque seco en Costa Rica (Janzen 1988a), es decir, corresponden a sucesiones secundarias de áreas que fueron abandonadas por la ganadería o la agricultura y que han sido colonizadas por especies dispersadas por el viento o por animales.

Debido a la desaparición del bosque seco natural del Valle del Cauca, es de gran importancia estudiar y monitorear a largo plazo los fragmentos que aún quedan, para conocer sus dinámicas y las consecuencias en la conservación de su diversidad. Una forma de estudiar la biodiversidad en bosques son las parcelas permanentes. Solamente 17 de 65 sitios de monitoreo de vegetación en Colombia, están ubicados en la zona de vida de bosque seco tropical (bs-T), en los departamentos de Bolívar (3 de 1 ha cada una), Córdoba (1 de 0,60 ha) y Tolima (13, una de 1 ha y el resto de 0,25 ha) (Vallejo *et al.* 2005). Es evidente la existencia de un vacío en el seguimiento de los bosques secos y muy secos del valle geográfico del río Cauca.

Las parcelas permanentes se constituyen en una fuente de datos sobre la estructura, diversidad y dinámica de la vegetación arbórea (Leaño y Saravia 1998), ya que en ellas se puede obtener de manera directa el diámetro y la altura de los árboles, calcular el área basal o la biomasa, y así comprender los procesos naturales que permiten la coexistencia en el tiempo de un alto número de especies (Vallejo *et al.* 2005). La cuantificación de la biomasa es clave para conocer la funcionalidad de una comunidad, y es utilizada en ecosistemas forestales para el control de los tratamientos silvícolas (Caritat *et al.* 1992). La biomasa forestal representa el acumulado de carbono (C) potencialmente disponible para la cosecha o la descomposición, por lo que la biomasa forestal es otro componente importante en el ciclo mundial del C (Jenkins *et al.* 2001).

Las parcelas permanentes se constituyen en una metodología idónea para estudios ecológicos que promueven la conservación de la diversidad de los bosques tropicales y el uso sostenible de los recursos naturales en los mismos (Vallejo *et al.* 2005). El objetivo

principal de este trabajo fue conocer la dinámica de la vegetación a través del cambio en la estructura y composición de la misma, las tasas de mortalidad y reclutamiento, así como el almacenamiento de biomasa de la vegetación en la parcela permanente del PNR El Vínculo, Valle del Cauca, en los años 2009 y 2011.

Material y métodos

Área de estudio

El PNR El Vínculo (3°50'23"N; 76°18'07"O) se ubica en el piedemonte de la cordillera Central en el corregimiento El Vínculo, 3 km al sur del municipio de Buga, Valle del Cauca. Su altitud varía entre los 977 y los 1150 m s.n.m., presenta una temperatura promedio de 24 ºC y 1379 mm de precipitación promedio anual. El clima presenta un comportamiento bimodal con dos periodos secos (enero-abril y julio-agosto) y dos periodos de lluvia (marzo-junio y septiembre-diciembre) (Parra 1994). Estas características lo ubican en la zona de vida bosque seco tropical (bs-T) en la escala de Holdridge (1967).

La zona que actualmente alberga al PNR El Vínculo ha estado bajo la protección del Estado desde 1969, año en el cual cesó la explotación agropecuaria a la cual había sido expuesta. De las 74 ha que lo componen, 30 ha representan el fragmento de bosque intangible del PNR El Vínculo (Rojas 1991). Se considera que este fragmento de bosque seco es el más grande del valle geográfico del río Cauca (Silverstone-Sopkin, com. pers.).

Establecimiento de la parcela permanente

Se estableció una parcela rectangular de 20×500 m (1 ha), dividida en 25 cuadrantes de 20×20 m, dispuestos en una línea hasta alcanzar los 500 m. Cada cuadrante fue dividido en cuatro subcuadrantes de 10×10 m numerados en contra de las manecillas del reloj (empezando en la esquina inferior izquierda del cuadrante) para efectuar y facilitar el marcaje y numeración de los tallos. Los vértices de la parcela, los cuadrantes y subcuadrantes fueron delimitados con tubos de PVC.

Se marcaron todos los tallos de los individuos leñosos con DAP ≥ 5 cm (diámetro a la altura del pecho, ca. 1,3 m del suelo), usando placas de aluminio con número consecutivo. Para el caso de las lianas, se midió dicho parámetro de forma longitudinal sobre el tallo a 1,3 m de su base. Para efectos del monitoreo, se marcó una línea con pintura de aceite amarilla a la altura óptima de medición del CAP (circunferencia a la altura del pecho), para garantizar que las mediciones consecutivas se realizaran en el mismo lugar.

Monitoreo de la parcela permanente

Posterior al establecimiento de la parcela permanente, se realizó el primer censo en abril de 2009. Se registró el CAP, altura total y altura de fuste. Además, se colectó material vegetal para la identificación taxonómica de los individuos incluidos en el censo. Esta determinación se realizó con ayuda del material de referencia de los herbarios CUVC de la Universidad del Valle, JAUM del Jardín Botánico de Medellín y TULV del Jardín Botánico de Tuluá.

En mayo de 2011 se realizó el segundo censo de la parcela permanente, midiendo los mismos parámetros del primer censo. Se registraron tallos muertos y reclutados (DAP ≥ 5 cm). Estos últimos fueron igualmente marcados, numerados, medidos y determinados taxonómicamente.

Análisis de datos

Composición y estructura florística

Para ambos censos se establecieron los patrones de composición y estructura de la parcela utilizando los valores de riqueza, abundancia, frecuencia, densidad, área basal e índice de valor de importancia (IVI) de las especies. De igual manera, se analizó la distribución de clases diamétricas de los tallos en la parcela para los dos años de medición, utilizando las fórmulas descritas por Rangel-Ch. y Velázquez (1997) (fórmulas 1 y 2):

$$\textbf{(1)} \quad C = (X_{máx} - X_{min}) \times m^{-1}$$

$$\textbf{(2)} \quad m = 1 + 3{,}3 \times (\text{Log } n)$$

donde: m = número de intervalos, n = número total de tallos, C = amplitud del intervalo y X = parámetro a analizar, en este caso el DAP.

Dinámica de la parcela

La dinámica de la vegetación entre los dos censos se estableció calculando las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento, utilizando las fórmulas 3 y 4, respectivamente (Swaine y Lieberman 1987, Phillips *et al.* 1994, Condit *et al.* 1995, Nebel *et al.* 2001).

(3) $T_m = [\ln(N_i) - \ln(N_m)]/\Delta t$

(4) $T_r = [\ln(N_i - N_m + N_r) - \ln(N_i - N_m)]/\Delta t$

donde: T_m = tasa de mortalidad, T_r = tasa de reclutamiento, N_i = número de tallos en el primer censo (t_0), N_m = número de tallos muertos en el segundo censo (t_1) y N_r = número de tallos reclutados en t_1.

Estimación de biomasa aérea y subterránea

La biomasa aérea se estimó en forma indirecta mediante fórmulas de regresión lineal, utilizando parámetros de cada censo (*i.e.* DAP y altura total) y la densidad de la madera de las especies registradas. En este análisis se excluyó *Guadua angustifolia.* Se consultó la base de datos global de densidades de madera de Chave *et al.* (2009) y Zanne *et al.* (2009) para las especies, géneros y familias registrados en la parcela, de acuerdo a la disponibilidad de los mismos. Debido a que no se ha reportado la densidad de la madera de *Achatocarpus nigricans,* ni del género o la familia, ésta se estableció de manera directa. Se tomaron 44 muestras de madera de 5 individuos ubicados en la parcela. Las muestras se pulieron, formando cilindros de volumen conocido, se secaron y pesaron para determinar la densidad específica de la madera (Anexo 3).

La estimación indirecta de la biomasa aérea de árboles y arbustos se efectuó con la fórmula 5, propuesta para bosques secos, y la fórmula 6, propuesta para lianas (Chave *et al.* 2005).

(5) $B_{(aérea)} = 0,112 \times (\rho \times D^2 \times H)^{0,916}$

(6) $B_{(aérea)} = \rho \times \exp[-0,667+1,784 \ln(D) + 0,207 (\ln(D))^2 - 0,0281 (\ln(D))^3]$

donde: $B_{(aérea)}$ = biomasa aérea (kg), ρ = densidad de la madera (g.(cm^3)$^{-1}$), D = DAP (cm) y H= altura total del árbol (m).

La estimación de la biomasa subterránea se hizo en forma indirecta. Se calculó la biomasa de raíces gruesas (> 5 mm de grosor) y de raíces finas (≤ 5 mm de grosor) con los modelos propuestos por Sierra *et al.* (2001), fórmulas 7 y 8, respectivamente.

(7) $\ln (BRg) = -4,273 + 2,633 \times \ln (D)$

(8) $BRf = 6,9981 + 0,2879 \times G$

donde: BRg = biomasa de raíces gruesas (kg), BRf = biomasa de raíces finas (kg.ha^{-1}), D = DAP (cm) y G = área basal total de la parcela (m^2).

Para establecer el aporte de biomasa de cada especie y de cada familia, se sumaron los valores de biomasa aérea y subterránea de raíces gruesas. La biomasa total acumulada en la parcela es el resultado de la suma de las biomasas aérea y subterránea (*i.e.* raíces gruesas y finas). Para estimar el carbono se multiplicó la biomasa total por un factor de 0,5; teniendo en cuenta que la biomasa vegetal tiene un 50 % de carbono, una vez se ha removido el agua (Vallejo *et al.* 2005).

Adicionalmente, los datos se dividieron en dos intervalos de DAP 5-10 cm y ≥ 10 cm), para permitir comparaciones con otros estudios. Los datos de cada intervalo fueron utilizados para calcular la biomasa, las tasas totales de mortalidad y reclutamiento anual, área basal y composición general de especies.

Resultados

Composición y estructura florística

Para el primer censo se registraron 1768 tallos con un DAP ≥ 5 cm, mientras que para el segundo censo el número aumentó a 1811 tallos (Tabla 1). En cuanto a la riqueza florística de la parcela, en el primer censo se registraron 49 especies y en el segundo censo se registraron tres especies más (Anexo 1).

Tabla 1. Consolidado de variables generales de la parcela del PNR El Vínculo para tallos con DAP ≥ 5 cm y ≥ 10 cm.

	DAP ≥ 5 cm		DAP ≥ 10 cm	
	2009	**2011**	**2009**	**2011**
Familias	25	25	18	18
Géneros	43	46	28	29
Especies	49	52	32	32
Tallos	1.768	1.811	422	456
Diversidad, H'	2,8836	2,8153	2,8872	2,9231
Área basal (m^2)	15,56	16,39	10,46	10,73
Biomasa (kg)	84.613,34	88.043,61	59.625,38	63.892,60
Tasa de mortalidad anual, T_m (%)	4,84		4,07	
Tasa de reclutamiento anual, T_r (%)	6,04		7,95	

La riqueza y composición de familias no varió entre los dos censos. Se registraron 25 familias; entre ellas, Fabaceae fue la más dominante con nueve especies, seguida de Rutaceae con cinco, ambas manteniendo su número en el segundo censo. El 92% de las familias encontradas estuvieron representadas sólo por tres o menos especies, en ambos censos, mientras que tres familias (Malpighiaceae, Moraceae y Nyctaginaceae), aumentaron en una especie en el segundo censo.

La especie con mayor IVI fue *Eugenia procera,* aumentando su valor entre censos de 36,03% a 41,71% (Anexo 1). Otras especies de importancia variaron en su IVI, tales como *Amyris pinnata,* de 25,30% a 21,77%; *Pithecellobium lanceolatum*, de 21,16% a 20,26%, *Guapira* sp., de 19,15% a 19,36% y *Guazuma ulmifolia* de 20,20% a 17,35%, entre el primer y segundo censo, respectivamente.

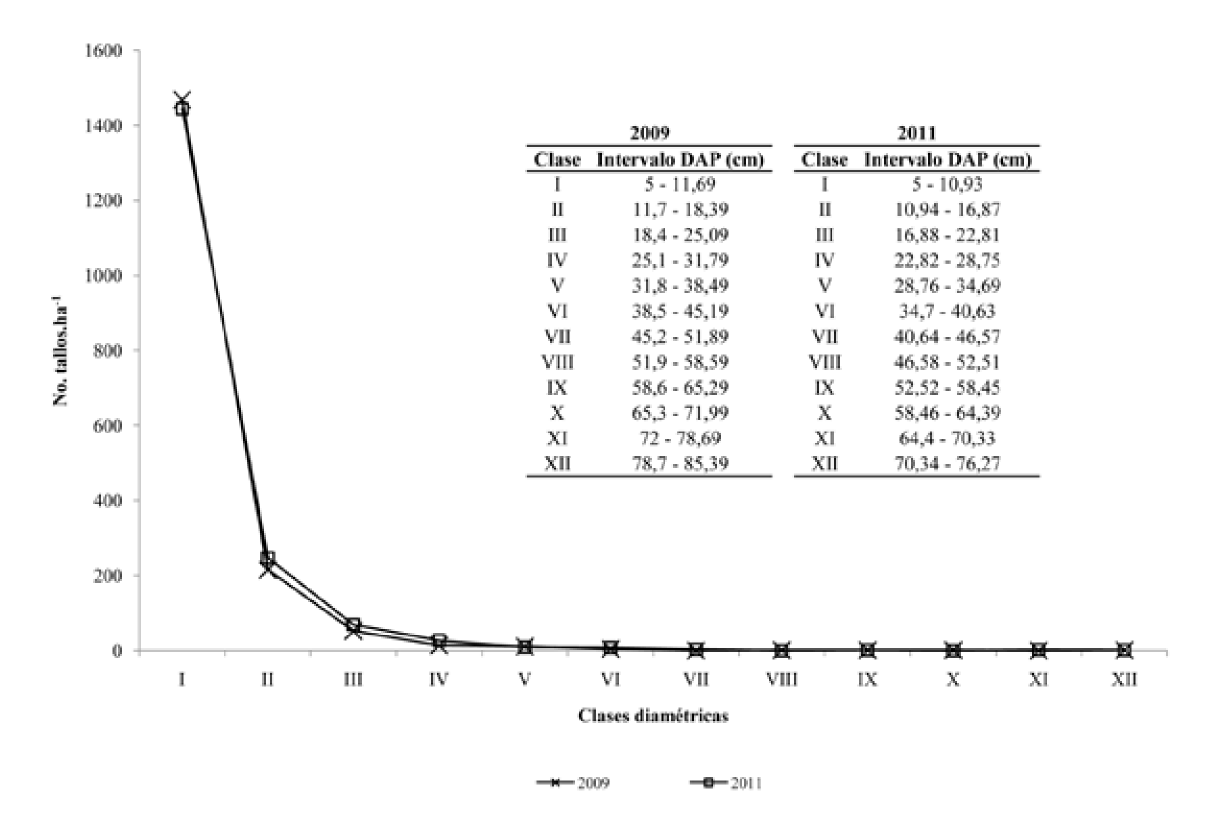
Por otro lado, las especies que tuvieron mayor área basal en los años 2009 y 2011, respectivamente, fueron *E. procera* (1,25 y 1,60 m^2), *G. ulmifolia* (1,50 y 1,40 m^2), *P. lanceolatum* (1,34 y 1,37 m^2), *Enterolobium cyclocarpum* (1,21 y 1,23 m^2) y *A. pinnata* (1,07 y 0,96 m^2). El área basal total de la parcela registrada para tallos con DAP 5-10 cm superó en 5,1 m^2 y 5,66 m^2 al área basal registrada para tallos con DAP > 10 cm, en los años 2009 y 2011, respectivamente.

El índice de diversidad de Shannon (*H'*) registrado en la parcela en el año 2011 (*H'* = 2,8153) presentó una leve disminución respecto al 2009 (*H'* = 2,8836) (Tabla 1). La variación de otros parámetros como la densidad absoluta y el área basal siguieron un patrón contrario, aumentando sus valores en el año 2011 (Tabla 1 y Anexo 1).

La distribución diamétrica de los árboles en la parcela fue muy similar en los dos censos (Figura 1). El incremento diamétrico anual fue de 0,28 cm (error estándar = 0,01). La mayoría de tallos se encuentran en la clase I (año 2009=1468, año 2011=1444). En esta clase, se observa un leve decrecimiento en el número de tallos en el segundo censo, mientras que en las clases II, III y IV se incrementa ligeramente la cantidad de tallos, invirtiéndose la posición de las curvas.

Dinámica de la parcela

El número neto de tallos marcados se incrementó en el segundo censo de 1768 a 1811. Esto se evidencia en que la tasa de mortalidad anual (T_m) en la parcela fue menor que la tasa de reclutamiento anual (T_r). La Tm fue de 4,84 % con la muerte de 164 tallos. Mientras que la T_r fue de 6,94 % con el ingreso de 207 tallos (Anexo 2).



2009		2011	
Clase	Intervalo DAP (cm)	Clase	Intervalo DAP (cm)
I	5 - 11,69	I	5 - 10,93
II	11,7 - 18,39	II	10,94 - 16,87
III	18,4 - 25,09	III	16,88 - 22,81
IV	25,1 - 31,79	IV	22,82 - 28,75
V	31,8 - 38,49	V	28,76 - 34,69
VI	38,5 - 45,19	VI	34,7 - 40,63
VII	45,2 - 51,89	VII	40,64 - 46,57
VIII	51,9 - 58,59	VIII	46,58 - 52,51
IX	58,6 - 65,29	IX	52,52 - 58,45
X	65,3 - 71,99	X	58,46 - 64,39
XI	72 - 78,69	XI	64,4 - 70,33
XII	78,7 - 85,39	XII	70,34 - 76,27

Figura 1. Distribución diamétrica por clase de los tallos censados en la parcela permanente del PNR El Vínculo. Número total de tallos: 2009 = 1768, 2011 = 1811.

Las especies que tuvieron mayor T_m fueron *Guadua angustifolia, Annona muricata, Trichilia pallida* y *Xylosma intermedia*. Las especies que tuvieron mayor T_r fueron *Eugenia monticola, Zizyphus* sp. y *Euphorbia cotinifolia,* mientras que *C. gossypiifolius* obtuvo altas T_m y T_r.

Comparando la dinámica de la parcela entre los rangos de DAP 5-10 cm y DAP ≥ 10 cm, se observa que en el rango diametral mayor la tasa de mortalidad anual disminuyó, y la tasa de reclutamiento anual aumentó (Tabla 1).

Biomasa aérea y subterránea

La parcela presentó una biomasa total de 84.613,3 y 88.043,6 kg.ha^{-1}en los años 2009 y 2011, respectivamente. Tanto en el primero como en el segundo censo, el aporte de la biomasa aérea fue del 77,5%, mientras que la biomasa subterránea (raíces finas y gruesas) fue del 22,5 %. El depósito de carbono fue de 42.306,7 kg.ha^{-1} en el año 2009 y de 44.021,8 kg.ha^{-1} en el año 2011 (Tabla 1).

De las 52 especies registradas en la parcela, 16 especies tuvieron un aporte mayor a 2000 kg.ha^{-1} (Figura 2, Anexo 3). La tendencia de la mayoría de especies fue aumentar el aporte de biomasa en el 2011, reflejado en el incremento de la biomasa total (*i.e.* 3430,2 kg.ha^{-1}). Es notable el aporte de algunas especies a la biomasa total, en el primer y segundo censo, respectivamente, tales como *G. ulmifolia* (8,66% y 6,96%), *E. cyclocarpum* (8,32% y 8,13%), *P. lanceolatum* (8,18% y 7,77%), *A. pinnata* (8,18% y 7,16%) y *E. procera* (7,59% y 8,38%). Al cuantificar la biomasa de los individuos con DAP ≥ 10 cm, se observa que *E. procera* disminuye drásticamente el

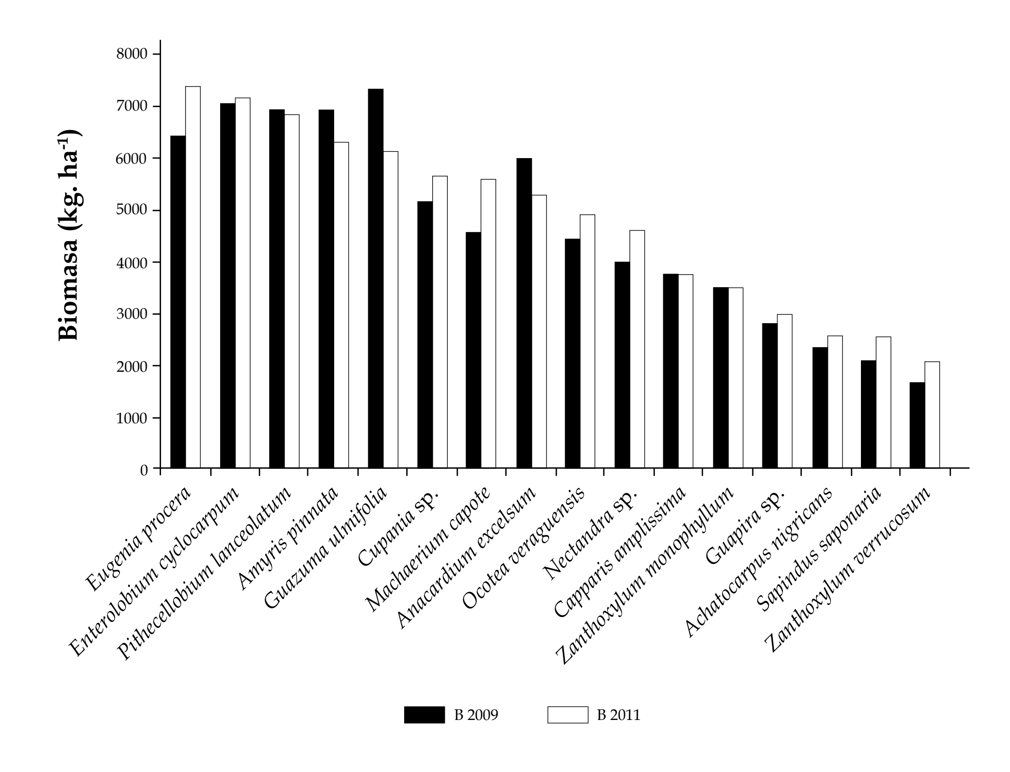


Figura 2. Especies de la parcela permanente del PNR El Vínculo con biomasa ≥ 2000 kg.ha$^{-1.}$

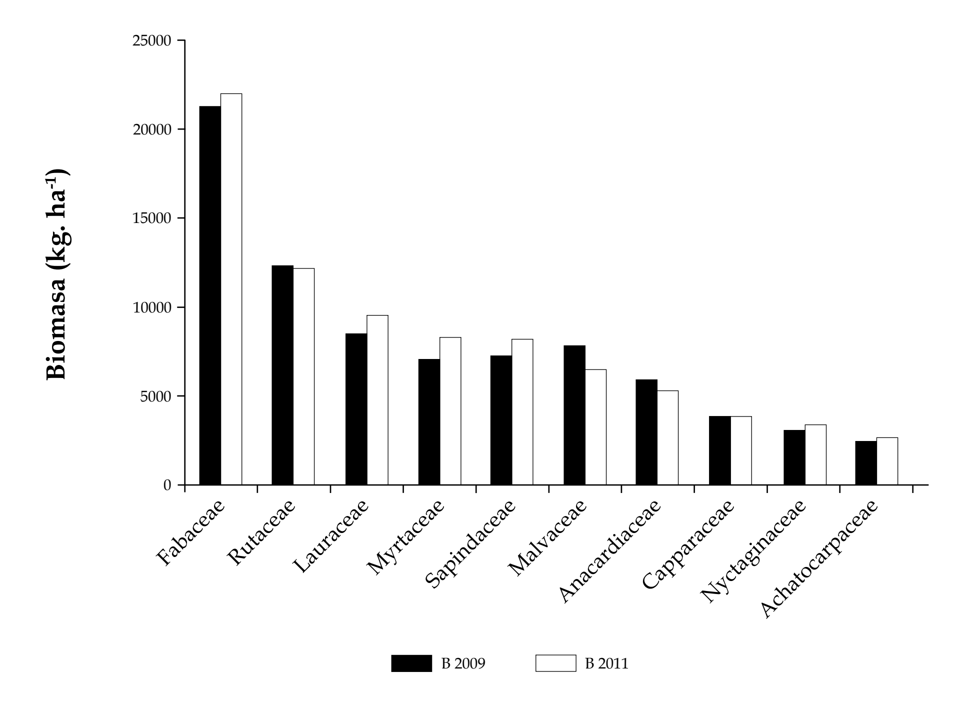


Figura 3. Familias de la parcela permanente del PNR El Vínculo con biomasa ≥ 2000 kg.ha^{-1}.

aporte a la biomasa total, representando sólo el 0,4% (*i.e.* 59.625,38 kg.ha^{-1}) y el 0,62 % (*i.e.* 63.892,60 kg.ha^{-1}), para el año 2011 y 2009, respectivamente.

El aporte de biomasa discriminado por familias fue mayor en Fabaceae, que superó los 21.000 kg.ha^{-1} en ambos años (Figura 3). El segundo mayor aporte lo tuvo Rutaceae con más de 12.000 kg.ha^{-1}.

Discusión

Composición y estructura florística

Los bosques secos tropicales son consistentes en su composición florística, siendo Fabaceae la familia dominante en cuanto a número de especies, y encontrándose comúnmente especies de las familias Euphorbiaceae, Capparaceae, Flacourtiaceae, Rubiaceae y Sapindaceae (Gentry 1995, Mendoza 1999, Gillespie *et al.* 2000, Marulanda *et al.* 2003). Estudios de vegetación de fragmentos de bosque seco en Costa Rica y Nicaragua ratifican a Fabaceae como la familia dominante en cuanto a árboles y arbustos, pero ninguna de sus especies es dominante basándose en el número de tallos registrados (Gillespie *et al.* 2000). Estas mismas tendencias se observaron en el fragmento de bosque del PNR El Vínculo en este estudio, lo cual indica que después de aproximadamente 40 años de sucesión, la composición de familias es representativa de este tipo de ecosistemas.

El número de especies registradas en este estudio está dentro de los rangos de riqueza observados para bosque seco tropical, los cuales están entre las 35 y 90 especies por hectárea (Murphy y Lugo 1986a). Sin embargo, el número de especies con tallos de diámetro mayor a 10 cm está por debajo de los intervalos encontrados en otros estudios (Murphy y Lugo 1986a, Araujo-Murakami *et al.* 2006). Debido a que varias especies de la parcela no tienen tallos que superen los10 cm en su DAP, se infiere que el bosque aún se encuentra en un estado sucesional temprano.

La misma tendencia se observó para el área basal de la parcela, la cual es menor a la registrada para otros estudios en bosque seco, normalmente en un intervalo de 17 a 40 m^2.ha^{-1} (Murphy y Lugo 1986a, Araujo-Murakami *et al.* 2006). Sin embargo, el área basal de la parcela es superior a la registrada en un bosque seco subtropical en Puerto Rico, de 9,42 m^2.ha^{-1} para tallos con DAP $\geq$ 5 cm (Murphy y Lugo 1986b). En los estudios de estos autores, el número de tallos es similar al obtenido en esta investigación. Esto indica que algunas características estructurales como el número de individuos por hectárea tienden a estabilizarse, a pesar de que otras, como el área basal, aún no tienen este patrón. Estas tendencias permiten reafirmar el estado sucesional temprano en el que se encuentra el bosque del PNR El Vínculo.

Las especies con mayor IVI en ambos censos (*e.g.* *E. procera*, *A. pinnata* y *Guapira* sp.), presentan la frecuencia y densidad absoluta más altas en la parcela, parámetros que determinan su dominancia en cuanto a número de tallos y distribución espacial, mas no por talla diamétrica de éstos. Por otro lado, *G. ulmifolia* y *P. lanceolatum* presentan un alto IVI, dado que son especies frecuentes y de gran porte. Las especies con mayor área basal también tienen alto IVI, a excepción de *E. cyclocarpum*, cuyo aporte de área basal se debe a que sus tallos presentaron diámetros entre 25,4 y 68,8 cm. Este intervalo se encuentra en clases diamétricas que estuvieron representadas por el menor número de tallos registrados en la parcela (Figura 1).

De acuerdo a las clases diamétricas obtenidas para los dos censos, la parcela tuvo incremento diamétrico, semejante a lo ocurrido en evaluaciones realizadas en un bosque seco semideciduo en Bolivia (Uslar *et al.* 2004). Este incremento diamétrico muestra que la zona de bosque donde se encuentra la parcela actualmente presenta muy poca perturbación (*e.g.* senderos, tala selectiva), los cuales pueden cambiar abruptamente la estructura poblacional de un lugar (Fredericksen y Mostacedo 2000). Además, el número de tallos de clases diamétricas mayores a 10 cm aumentó en el año 2011, a pesar que el número de tallos reclutados (207) fue superior al de muertos (164). Esto indica que hubo un incremento en el DAP de un grupo de tallos que cambiaron a clases diamétricas mayores. Esta tendencia de incremento de individuos en clases diamétricas más altas fue reportada también para un bosque seco de 40 años de sucesión secundaria en Bolivia (Kennard 2002).

Dinámica de la parcela

Las tasas de mortalidad y reclutamiento varían en bosques tropicales pero no superan el 5 %. En bosques húmedos y lluviosos, por ejemplo, la T_m para árboles con DAP ≥ 1 cm generalmente está entre 1,4 y 2,8 % y la T_r entre 2,5 y 2,8 % (Condit *et al.* 1995, Condit *et al.* 1999), mientras que para árboles con DAP ≥ 10 cm la T_m está entre 2,0 y 3,4 % y la T_r entre 2,5 y 4,7 % (Nebel *et al.* 2001, Araujo-Murakami *et al.* 2006). En el caso de los bosques secos, los intervalo de estas tasas para árboles con DAP ≥ 4,5 cm tienden a ser inferiores a las anteriores, (*e.g.* T_m entre 1,5 y 2,4 % y T_r entre 0,8 y 3,3 % (Bunyavejchewin 1999). Igualmente, en árboles con DAP ≥ 10 cm dichas tasas son bajas (*e.g.* T_m entre 0,8 y 3,0 % y T_r entre 0,6 y 2,7 % (Swaine *et al.* 1990, Bunyavejchewin 1999, Uslar *et al.* 2004, Araujo-Murakami *et al.* 2006). En el presente estudio, estas tasas presentaron valores altos comparados con de los estudios citados anteriormente, siendo la tasa de reclutamiento mayor que la tasa de mortalidad. Sin embargo, la variación en la tasa de mortalidad es altamente variable entre sitios de una misma localidad e incluso entre periodos en un mismo lugar (Swaine *et al.* 1987).

Algunas de las especies que tuvieron mayores tasas de mortalidad son especies heliófilas (*e.g. G. angustifolia*, *C. gossypiifolius* y *A. muricata)*, cuyos individuos requieren de la luz directa para crecer y mantenerse en pie, por lo que se ven en detrimento por el aumento de la cobertura del dosel (Agarwal 2008, Sharma 2009). En *G. angustifolia*, la falta de luz fotosintéticamente activa ocasionó la disminución drástica de su población en la parcela. Este comportamiento es general en especies de gramíneas poco tolerantes a la sombra que disminuyen el crecimiento foliar, producción de biomasa y compuestos de almacenamiento en condiciones de penumbra (Riegel *et al.* 1995, Naumburg *et al.* 2001, Souza *et al.* 2004). Adicionalmente, se presentó una enfermedad en muchos de los tallos que, en sinergia con el factor anteriormente descrito, produjo la muerte de los mismos.

Varias de las especies con baja frecuencia en la parcela y con tasas de mortalidad y reclutamiento muy bajas, son también especies heliófilas. Por ejemplo, *Acacia farnesiana* ha sido reportada como una especie heliófila (Bush y Van Auken 1986), asociada a zonas con alta perturbación (Van Auken y Bush 1985) y de estados sucesionales tempranos, cuyas poblaciones van declinando a medida que el bosque va madurando (Bush *et al.* 2006). Además, *Albizia guachapele* es un árbol que se usa como forrajero y sombrío en potreros, por la alta capacidad de sus plántulas para establecerse en condiciones adversas y crecer en zonas con bajos nutrientes y escaso drenaje (Esquivel *et al.* 2009). De hecho, esta especie presenta potencial para reforestar zonas degradadas (Wishnie *et al.* 2007) y se clasifica como especie de tolerancia intermedia a la sombra (Ramírez *et al.* 2009).

Por otro lado, *C. gossypiifolius* tuvo las mayores tasas de mortalidad y de reclutamiento, manteniendo constante el número de individuos de la población, sugiriendo que es una especie con ciclo de vida corto y alto recambio de individuos. Esta especie es de fácil y rápido crecimiento en zonas con variada perturbación (Lagemann y Heuveldop 1983, Murillo 1999, Pereira *et al.* 2001) y en bosques de sucesión secundaria (Carim *et al.* 2007). Este rol ecológico pionero de estado sucesional temprano ha sido reportado para otras especies del género *Croton* (Carvalho *et al.* 2001, Souza y Válio 2001, Pearson *et al.* 2003).

El alto reclutamiento de especies como *E. monticola* y *E. procera* influyó en la leve disminución de la diversidad en el segundo censo. Estas especies se pueden considerar como propias de bosques de sucesión temprana, al igual que otras especies de *Eugenia* (Romagnolo y Souza 2006). Esta función ecológica se atribuye al efectivo establecimiento de las plántulas en diferentes microhabitats de la parcela con variados grados de perturbación, como claros de bosque, donde las condiciones son más variables que en el sotobosque (*e.g.* cambios bruscos de temperatura, luminosidad y disponibilidad de agua) (Grubb y Whitmore 1966, Lawson *et al.* 1970, Denslow 1980, Barton *et al.* 1989, Aguilera y Lauenroth 1995, Bullock 2000). De otro lado, hubo una disminución drástica en el número de tallos, área basal y biomasa en *Eugenia procera* comparando los dos intervalos de DAP (*i.e.* 5-10 y ≥10 cm). Además, el reclutamiento y la mayor

cantidad de tallos de esta especie se agrupan en clases diamétricas menores a 10 cm. En consecuencia, esta especie se confirma como propia de estadios tempranos del bosque, y genera un microclima óptimo para el desarrollo y establecimiento de especies que posiblemente representan estadios más maduros.

Los factores que limitan el reclutamiento de una especie en particular pueden actuar en varias vías, no sólo en el número de semillas producidas sino también en el éxito que se tenga en la dispersión al llegar a un microhabitat o sitio seguro que favorezca el establecimiento de la plántula (Harper 1977, Fenner y Thompson 2005). Por ejemplo, la dispersión de las semillas por aves en *Eugenia* spp. (Hammond y Brown 1995) y por hormigas en *Croton* spp. (Leal *et al.* 2007, Lôbo *et al.* 2011), facilitan el movimiento horizontal de éstas a lo largo de la parcela y por ende, su establecimiento en dichas zonas. Por este motivo, es factible que *E. monticola* y *C. gossypiifolius* tuvieran mayor éxito tanto en la dispersión como en el establecimiento sobre otras especies como *O. veraguensis* o *S. saponaria*, cuyas tasas de reclutamiento fueron nulas.

Otras especies registradas en la parcela confirman el estado sucesional temprano del bosque. Por ejemplo, especies propias de zonas de vegetación secundaria como *Pithecellobium lanceolatum* (Díaz-Martín 2005), especies pioneras de vida corta y larga como *Guazuma ulmifolia* y *Zanthoxylum* spp., respectivamente (Brokaw 1985, Finegan 1996, Dalling *et al.* 1998, Martínez-Garza y Howe 2010) y especies asociadas a grandes claros de bosque como *Cupania* spp. (Hammond y Brown 1995).

Sin embargo, también se registraron especies tolerantes a la sombra en estados tempranos de crecimiento, como *Sorocea sprucei* y *Syagrus sancona,* y especies pertenecientes a géneros que tienen esta misma característica, como *Casearia, Capparis, Machaerium, Trichilia* y *Pisonia* (Pinard *et al.* 1999). Es posible que los individuos de estas especies hayan llegado al bosque recientemente, ya que la mayoría no fueron reportadas en estudios realizados en esta misma área cuando se inició la recuperación del bosque (Rojas 1984,1991). Además, en el 2011 se presentó un registro de *Ficus* sp., una especie propia de estados sucesionales tardíos (Souza y Válio 2001), por lo que su establecimiento y permanencia depende de condiciones microclimáticas que probablemente aún no están garantizadas en el bosque.

En cuanto a la biomasa total de la parcela, ésta tiende a aumentar en el periodo evaluado, encontrándose dentro del intervalo establecido para bosques tropicales por Murphy y Lugo (1986a), entre 78000 $kg.ha^{-1}$ y 320000 $kg.ha^{-1}$. Sin embargo, cuando se realiza el análisis con tallos de DAP ≥ 10 cm, se observa que los valores de biomasa se encuentran muy por debajo de los registrados en otros estudios en bosques secos en el mundo (Murphy y Lugo 1986a, Araujo-Murakami *et al.* 2006).

Las especies que tuvieron mayor aporte en biomasa en su mayoría tuvieron mayor valor de IVI, a excepción de *Anacardium excelsum*, *Sapindus saponaria* y *Zanthoxylum verrucosum*, cuyo gran aporte de biomasa resulta del alto diámetro de sus tallos. Debido a las variaciones encontradas entre las especies en este estudio, la biomasa del bosque no está relacionada consistentemente con la densidad de la madera de la comunidad, como lo propone Stegen *et al.* (2009).

El Vínculo: una nueva perspectiva para la conservación de los bosques secos en Colombia

El 93 % de la extensión de los bosques secos tropicales en el continente americano se encuentra representado en cinco países: México (38 %), Bolivia (25 %), Brasil (17 %), Colombia (6,5 %) y Venezuela (6,2 %) (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa 2010). En Colombia el bosque seco tropical es considerado como uno de los ecosistemas más degradados, fragmentados y menos conocidos (IAvH 1998), y su grado de amenaza se debe a que aporta una amplia gama de beneficios económicos, sociales y ambientales (Díaz 2006), que han sido explotados de manera intensiva. El cambio en el uso de la tierra es el factor de mayor influencia en la disminución del área de los bosques secos tropicales en el mundo, teniendo que el 48,5 % de estos bosques han sido transformados por este factor (Hoekstra *et al.* 2005). El estado de los bosques secos en el valle geográfico del río Cauca refleja esta condición, conservando sólo el 3 % de su extensión inicial; sólo entre 1957 y 1986

el área ocupada en bosque seco se redujo en un 66 % debido principalmente a la expansión de los ingenios azucareros (CVC 1990).

Así, el bosque del PNR El Vínculo se posiciona como uno de los parches más importantes de bosque seco dado no sólo por su extensión, sino también por sus características de riqueza florística, composición de familias, estructura y dinámica de la vegetación, y características funcionales como el almacenamiento de biomasa. Todo lo anterior indica que el bosque se encuentra en un proceso sucesional temprano y la conservación del mismo permite la recuperación de este tipo de ecosistemas. En la medida en que las acciones de conservación continúen y el impacto de las presiones ejercidas por la matriz del paisaje sobre este fragmento de bosque disminuyan, éste se consolidará como uno de los más grandes reservorios de diversidad no sólo para la conservación, sino también para la investigación y monitoreo de los bosques secos en Colombia.

Agradecimientos

Agradecemos al departamento de Biología de la Universidad del Valle, al Instituto para la Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca (INCIVA), al Parque Natural Regional El Vínculo, por el apoyo logístico; a Philip A. Silverstone-Sopkin y a Álvaro Cogollo, directores de los herbarios CUVC y JAUM, respectivamente, por sus aportes en la identificación taxonómica. Al grupo de investigación Ecología y Diversidad Vegetal de la Universidad del Valle y a los estudiantes y profesionales de la Universidad del Valle y de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá por su apoyo en el establecimiento y censos de la parcela.

Literatura citada

Agarwal, S. K. 2008. Fundamentals of ecology. Chapter 3, Radiation. APH Publishing. New Delhi, India, 460 pp.

Aguilera, M. O. y W. K. Lauenroth. 1995. Influence of gap disturbance and type of microsites on seedling establishment in *Bouteloua gracilis*. *Journal of Ecology* 83 (1): 87-97.

Araujo-Murakami, A., L. Arroyo-Padilla, T. J. Killeen y M. Saldias-Paz. 2006. Dinámica del bosque, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. *Ecología en Bolivia* 41 (1): 24-45.

Armbrecht, I. y P. Ulloa-Chacón. 1999. Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. *Biotropica* 31 (4): 646-653.

Barton, A. M., N. Fetcher y S. Redhead. 1989. The relationship between treefall gap size and light flux in a neotropical rain forest in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 5 (4): 437-439.

Brokaw, N.V. L. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66 (3): 682-687.

Bullock, J. M. 2000. Gaps and seedling colonization. Pp: 375-395. *En*: Seeds: the ecology of regeneration in plant communities Capítulo 16. Fenner, M. (Eds). CABI Publishing. Nueva York.

Bunyavejchewin, S. 1999. Structure and dynamics in seasonal dry evergreen forest in northeastern Thailand. *Journal of Vegetation Science* 10 (6): 787-792.

Bush, J. K., F. A. Richter y O. W. Van Auken. 2006. Two decades of vegetation change on terraces of a south Texas river. *Journal of the Torrey Botanical Society* 133 (2): 280-288.

Bush, J.K. y O. W. Van Auken. 1986. Light requirements of *Acacia smallii* and *Celtis laevigata* in relation to secondary succession on floodplains of south Texas. *American Midland Naturalist* 115 (1): 118-122.

Carim, S., G. Schwartz y M- F. F. Silva. 2007. Riqueza de espécies, estructura e composição florística de uma floresta secundária de 40 años no leste da Amazônia. *Acta Botanica Brasilica* 21 (2): 293-308.

Caritat, A., M. Oliva y M. Molinas. 1992. Distribución de la biomasa en dos parcelas de Alcornocal. *Scientia Gerundensis* 18: 131-142.

Carvalho, F.C.d., J. A. d. A. Filho, R. García, J. M. P. Filho y V. M. d. Albuquerque. 2001. Efeito de corte da parte aérea na sobrevivência do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell.Arg.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 30 (3): 930-934.

Condit, R., P.S. Ashton, N. Manokaran, J. V. LaFrankie, S. P. Hubbell y R. B. Foster. 1999. Dynamics of the forest communities at Pasoh and Barro Colorado: comparing two 50-ha plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 354: 1739-1748.

Condit, R., S. P. Hubbell y R. B. Foster. 1995. Mortality rates of 205 neotropical tree and shrub species and the impact of a severe drought. *Ecological Monographs* 65 (4): 419-439.

CVC. 1990. Comparación de cobertura de bosques y humedales entre 1957 y 1986 con delimitación de las comunidades naturales críticas en el valle geográfico del río

Cauca. Informe No. 90-7. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Cali, Colombia, 84 pp.

Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J. P. Lescure, B. W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riéra y T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87-99.

Chave, J., D. Coomes, S. Jansen, S. L. Lewis, N. G. Swenson y A. E. Zanne. 2009. Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters* 12: 351-366.

Dalling, J. W., S. P. Hubbell y K. Silvera. 1998. Seed dispersal seedling establishment and gap partitioning among tropical pioneer trees. *Journal of Ecology* 86 (4): 674-689.

Denslow, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica* 12 (2): 47-55.

Díaz-Martín, R. M. 2005. Sinopsis de las especies colombianas de *Pithecellobium* (Leguminosae: Mimosoideae: Ingeae). Pp: 281-300. *En*: Estudios en leguminosas colombianas. Forero, E. y C. Romero (Eds). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras, No. 25. Bogotá, D.C., Colombia.

Díaz, J. M. 2006. Bosque seco tropical, Colombia. Banco de Occidente, I/M Editores. Cali, Colombia, 204 pp.

Espinal, L. S. y E. Montenegro. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Bogotá D.C., Colombia, 201 pp.

Esquivel, M.J., C. A. Harvey, B. Finegan, F. Casanoves, C. Skarpe y A. Nieuwenhuyse. 2009. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua. *Agroforestería en las Americas* 47: 76-84.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 487-515.

Fenner, M. y K. Thompson. 2005. The ecology of seeds. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido, 250 pp.

Finegan, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Tree* 11 (3): 119-124.

Fredericksen, T.S. y B. Mostacedo. 2000. Regeneration of timber species following selective logging in a Bolivian tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 131: 47-55.

Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forest. Pp: 146-194. *En*: Seasonally dry tropical forest. Bullock, S.H., H.A. Mooney y E. Medina (eds). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Gillespie, T. W., A. Grijalva, y C. N. Farris. 2000. Diversity, composition and structure of tropical dry forest in Central America. *Plant Ecology* 147 (1): 37-47.

González, S. d. M. y W. Devia. 1995. Caracterización fisionómica de la flora de un bosque seco secundario en el corregimiento de Mateguadua, Tuluá-Valle. *Cespedesia* 20: 35-65.

Grubb, P.J. y T. C. Whitmore. 1966. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador: II. The Climate and its effects on the distribution and physiology of the forests. *Journal of Ecology* 54 (2): 303-333.

Hammond, D.S. y V. K. Brown. 1995. Seed size of woody plants in relation to disturbance, dispersal, soil type in wet neotropical forests. *Ecology* 76 (8): 2544-2561.

Harper, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press Inc. Nueva York. 892 p.

Hoekstra, J. M., T. M. Boucher, T. H. Ricketts y C. Roberts. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8: 23-29.

Holdridge, L. R. 1967. Life zone ecology, 2nd ed. Tropical Science Center. San José, Costa Rica, 206 pp.

IAvH. 1998. El bosque seco tropical (Bs-T). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa de Inventario de la Biodiversidad. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. Bogotá, D.C., Colombia, 24 pp.

Janzen, D. H. 1988a. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75 (1): 105-116.

Janzen, D. H. 1988b. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. Pp: 130-137. *En*: Biodiversity, part 3, Chapter 14. Wilson, E. O. y F. M. Peter. (Eds). National Academy Press. Washington, D.C.

Jenkins, J., R. Birdsey y Y. Pan. 2001. Biomass and NPP estimation for the mid-Atlantic region (USA) using plot-level forest inventory data. *Ecological Applications* 11 (4): 1174-1193.

Kennard, D. K. 2002. Secondary forest succession in a tropical dry forest: patterns of development across a 50-year chronosequence in lowland Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 18 (1): 53-66.

Lagemann, J. y J. Heuveldop. 1983. Characterization and evaluation of agroforestry systems: the case of Acosta-Puriscal, Costa Rica. *Agroforestry Systems* 1: 101-115.

Lawson, G.W., K. O. Armstrong-Mensah, y J. B. Hall. 1970. A catena in tropical moist semi-deciduous forest near Kade, Ghana. *Journal of Ecology* 58 (2): 371-398.

Leal, I. R., R. Wirth y M. Tabarelli. 2007. Seed dispersal by ants in the semi-arid caatinga of north-east Brazil. *Annals of Botany* 99: 885-894.

Leaño, C. y P. Saravia. 1998. Monitoreo de parcelas permanentes de medición en el bosque Chimanes. Documento técnico 67. Santa Cruz, Bolivia, 21 pp.

Lôbo, D., M. Tabarelli e I. Leal. 2011. Relocation of *Croton sonderianus* (Euphorbiaceae) seeds by *Pheidole fallax* Mayr (Formicidae): a case of post-dispersal seed protection by ants? *Neotropical Entomology* 40 (4): 440-444.

Martínez-Garza, C. y H. F. Howe. 2010. Características foliares y tasas vitales de árboles sucesionales tardíos de un bosque tropical perennifolio. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 86: 1-10.

Marulanda, L.O., A. Uribe, P. Velásquez, M. A. Montoya, A. Idárraga, M. C. López y J. M. López. 2003. Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sebastián, Magdalena (Colombia). I. Composición de plantas vasculares. *Actualidades Biológicas* 25 (78): 17-30.

Mendoza, H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21 (1): 70-94.

Murillo, J. 1999. Composición y distribución del género *Croton* (Euphorbiaceae) en Colombia, con cuatro especies nuevas. *Caldasia* 21 (2): 141-166.

Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1986a. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.

Murphy, P.G. y A. E. Lugo. 1986b. Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* 18 (2): 89-96.

Naumburg, E., L. E. De Wald y T. E. Kolb. 2001. Shade responses of five grasses native to southwesterm U.S. *Pinus ponderosa* forests. *Canadian Journal of Botany* 79: 1001-1009.

Nebel, G., L. P. Kvist, J. K. Vanclay y H. Vidaurre. 2001. Forest dynamics in flood plain forests in the Peruvian Amazon: effects of disturbance and implications for management. *Forest Ecology and Management* 150: 79-92.

Parra, G. 1994. Polinización de especies útiles de la estación biológica «El Vínculo» (Buga-Valle). *Cespedesia* 20 (64-65): 47-86.

Pearson, T. R. H., D. F. R. P. Burslem, R. E. Goeriz y J. W. Dalling. 2003. Regeneration niche partitioning in neotropical pioneers: effects of gap size, seasonal drought and herbivory on growth and survival. *Oecologia* 137 (3): 456-465.

Pereira, I. M., L. A. d. Andrade, J. R. M. Costa y J. M. Dias. 2001. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. *Acta Botanica Brasilica* 15 (3): 413-426.

Phillips, O. L., P. Hall, A. H. Gentry, S. A. Sawyer y R. Vásquez. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceeding of the National Academy of Science of the United Stated of America* 91: 2805-2809.

Pinard, M. A., F. E. Putz D. Rumíz R. Guzmán y A. Jardim. 1999. Ecological characterization of tree species for guiding forest management decisions in seasonally dry forests in Lomerío, Bolivia. *Forest Ecology and Management* 113: 201-213.

Portillo-Quintero, C.A. y G. A. Sánchez-Azofeifa. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143: 144-155.

Ramírez, H., M. Acevedo, M. Ataroff y A. Torres. 2009. Crecimiento diamétrico de especies arbóreas en un bosque estacional de los llanos occidentales de Venezuela. *Ecotrópicos* 22 (2): 46-63.

Rangel-Ch., J. O. y A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. Pp: 59-87. *En*: Colombia, Diversidad biótica II: tipos de vegetación en Colombia. Rangel-Ch., J.O., P. D. Lowyn y M. Aguilar. (Eds). Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia.

Riegel, G.M., R. F. Miller y W. Krueger. 1995. The effects of aboveground and belowground competition on understory species composition in a *Pinus ponderosa* forest. *Forest Science* 41 (4): 864-889.

Rojas, O. 1984. Evolución de una sucesión vegetal en el Valle del Cauca: I. Generalidades sobre el estudio de la dinámica de regeneración en el Santuario de El Vínculo. *Cespedesia* 13 (49-50): 152-221.

Rojas, O. 1991. Generalidades sobre el estudio de la dinámica de regeneración en el santuario de El Vínculo. *Cespedesia* 18 (60): 39-43.

Romagnolo, M. B. y M. C. Souza. 2006. O gênero *Eugenia* L. (Myrtaceae) na planície de alagável do Alto Río Paraná, Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20 (3): 529-548.

Salazar, M. I., N. Gómez, W. G. Vargas, M. Reyes, L. S. Castillo y W. Bolívar. 2002. Bosques secos y muy secos del departamento del Valle del Cauca. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). Cali, Colombia, 72 pp.

Sharma, P. D. 2009. Ecology and environment. Chapter 2, Climatic and topographic factors. 10a edición. Rastogi Publications. Nueva Delhi, India, 640 pp.

Sierra, C.A., J. I. del Valle y S. A. Orrego. 2001. Ecuaciones de biomasa de raíces y sus tasas de acumulación en bosques sucesionales y maduros tropicales de Colombia. Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales, 18 al 20 de octubre. Valdivia, Chile, 16 pp.

Souza, A., A. C. C. F. F. De Paula y R. C. L. Figueiredo-Ribeiro. 2004. Effects of irradiance on non-structural carbohydrates, growth and hypoglycemic activity of *Rhynchelytrum repens* (Willd.) C. E. Hubb (Poaceae). *Brazilian Journal of Biology* 64 (3B): 697-706.

Souza, R. P. d. e I. F. M. Válio. 2001. Seed size, seed germination and seedling survival of Brazilian tropical

tree species differing in successional status. *Biotropica* 33 (3): 447-457.

Stegen, J.C., N. G. Swenson, R. Valencia, B. J. Enquist y J. Thompson. 2009. Above-ground forest biomass is not consistently related to wood density in tropical forests. *Global ecology and biogeography* 18: 617-625.

Swaine, M. D. y D. Lieberman. 1987. Note on the calculation of mortality rates. *Journal of Tropical Ecology* 3 (4): i-iii.

Swaine, M. D., D. Lieberman y J. B. Hall. 1990. Structure and dynamics of a tropical dry forest in Ghana. *Vegetatio* 88: 31-51.

Swaine, M. D., D. Lieberman y F. E. Putz. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of Tropical Ecology* 3 (4): 359-366.

Uslar, Y. V., B. Mostacedo y M. Saldías. 2004. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 39 (1): 25-43.

Vallejo, M. I., A. C. Londoño, R. López, G. Galeano, E. Álvarez y W. Devia. 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia, volumen I. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia, 310 pp.

Van Auken, O.W.y J. K. Bush. 1985. Secondary succession on terraces of the San Antonio River. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 112 (2): 158-166.

Wilcove, D. S., C. H. McLellan y A. P. Dobson. 1986. Habitat fragmentation in the temperate zone. Pp**:** 237-256. *En*: Conservation biology: science of scarcity and diversity. Soulé, M.E. (eds). Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts, EE.UU.

Wishnie, M. H., D. H. Dent, E. Mariscal, J. Deago, N. Cedeño, D. Ibarra, R. Condit y P. M. S. Ashton. 2007. Initial performance and reforestation potential of 24 tropical tree species planted across a precipitation gradient in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management* 243: 39-49.

Zanne, A. E., G. López-González, D. A. Coomes, J. Ilic, S. Jansen, S. L. Lewis, R. B. Miller, N. G. Swenson, M. C. Wiemann y J. Chave. 2009. Global wood density database. Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. Dryad Digital Repository. doi:10.5061/dryad.234.

Anexo 1. Estructura vegetal de la parcela permanente del PNR El Vínculo para los censos realizados (2009 y 2011) (DAP ≥ 5 cm).

Especie	Abundancia		Frecuencia		Densidad absoluta		Frecuencia absoluta		Área basal (m^2)		IVI (%)	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011
Acacia farnesiana	1	1	1	1	0,0001	0,0001	0,04	10,04	0,0026	0,0032	0,3536	0,3496
Achatocarpus nigricans	64	74	9	9	0,0064	0,0074	0,36	0,36	0,4245	0,5249	8,8701	9,7618
Albizia guachapele	1	1	1	1	0,0001	0,0001	0,04	0,04	0,0062	0,0075	0,3768	0,3760
Amyris pinnata	221	188	21	20	0,0221	0,0188	0,84	0,80	1,0769	0,9668	25,3058	21,7749
Anacardium excelsum	2	2	2	2	0,0002	0,0002	0,08	0,08	0,8646	0,7559	6,2314	5,2724
Annona muricata	8	5	5	4	0,0008	0,0005	0,20	0,16	0,0347	0,0213	2,0763	1,5050
Brosimum alicastrum	33	37	14	15	0,0033	0,0037	0,56	0,60	0,1440	0,1843	6,7139	7,2883
Bunchosia pseudonitida	1	1	1	1	0,0001	0,0001	0,04	0,04	0,0027	0,0029	0,3538	0,3478
Capparis amplissima	26	26	11	11	0,0026	0,0026	0,44	0,44	0,5620	0,6237	8,1645	8,2635
Casearia aculeata	8	8	6	6	0,0008	0,0008	0,24	0,24	0,0302	0,0343	2,3273	2,2992
Ceiba pentandra	4	3	3	2	0,0004	0,0003	0,12	0,08	0,0736	0,0775	1,5399	1,1879
Chiococca sp.	2	2	1	1	0,0002	0,0002	0,04	0,04	0,0066	0,0074	0,4356	0,4303
Citharexylum kunthianum	61	54	18	17	0,0061	0,0054	0,72	0,68	0,4028	0,3562	11,0818	9,8255
Croton gossypiifolius	4	4	3	4	0,0004	0,0004	0,12	0,16	0,0151	0,0151	1,1636	1,4119
Cupania sp.	50	49	18	19	0,005	0,0049	0,72	0,76	0,8504	0,9303	13,3369	13,6020
Daphnopsis sp.	4	4	3	3	0,0004	0,0004	0,12	0,12	0,0302	0,0622	1,2607	1,4244
Enterolobium cyclocarpum	8	8	1	1	0,0008	0,0008	0,04	0,04	1,2144	1,2336	8,5396	8,2438

Cont. **Anexo 1.** Estructura vegetal de la parcela permanente del PNR El Vínculo para los censos realizados (2009 y 2011) (DAP ≥ 5 cm).

Especie	Abundancia		Frecuencia		Densidad absoluta		Frecuencia absoluta		Área basal (m^2)		IVI (%)	
	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011	2009	2011
Erythrina poeppigiana	1	1	1	1	0,0001	0,0001	0,04	0,04	0,1531	0,1478	1,3208	1,2320
Eugenia cf. *biflora*	2	2	2	2	0,0002	0,0002	0,08	0,08	0,0072	0,0087	0,7198	0,7129
Eugenia monticola	29	38	11	13	0,0029	0,0038	0,44	0,52	0,0972	0,1378	5,3465	6,5104
Eugenia procera	381	459	23	24	0,0381	0,0459	0,92	0,96	1,2509	1,6017	36,0340	41,7118
Euphorbia cotinifolia	6	8	2	4	0,0006	0,0008	0,08	0,16	0,0291	0,0372	1,0868	1,7678
Ficus sp.	0	1	0	1	0	0,0001	0	0,04	0	0,0022	0	0,3436
Genipa americana	8	9	5	6	0,0008	0,0009	0,20	0,24	0,0578	0,0777	2,2246	2,6194
Gliricidia sepium	24	21	3	3	0,0024	0,0021	0,12	0,12	0,4020	0,3335	4,7824	4,0187
Guadua angustifolia	20	1	1	1	0,002	0,0001	0,04	0,04	0,1241	0,0034	2,2089	0,3505
Guapira sp.	139	144	25	25	0,0139	0,0144	1,00	1,00	0,6669	0,7448	19,1519	19,3641
Guazuma ulmifolia	88	74	18	17	0,0088	0,0074	0,72	0,68	1,5841	1,4092	20,2030	17,3554
Machaerium capote	51	52	1	12	0,0001	0,0052	0,04	0,48	0,6377	0,7591	9,7855	10,8001
Malpighia glabra	8	8	10	3	0,0051	0,0008	0,40	0,12	0,0300	0,0321	1,4859	1,4621
Malpighiaceae (indeterminada)	0	1	0	1	0	0,0001	0	0,04	0	0,0021	0	0,3430
Nectandra sp.	64	69	3	18	0,0008	0,0069	0,12	0,72	0,6696	0,7763	12,9664	13,4923
Nyctaginaceae (indeterminada)	0	1	0	1	0	0,0001	0	0,04	0	0,0028	0	0,3473
Ocotea veraguensis	57	55	18	17	0,0064	0,0055	0,72	0,68	0,8090	0,9184	13,4669	13,3113
Pisonia aculeata	14	15	18	5	0,0057	0,0015	0,72	0,2	0,0637	0,0814	2,3217	2,6984
Pithecellobium dulce	1	1	4	1	0,0017	0,0001	0,16	0,04	0,0233	0,0239	0,4864	0,4758
Pithecellobium lanceolatum	127	120	1	19	0,0001	0,012	0,04	0,76	1,3459	1,3789	21,1578	20,2599
Sapindus saponaria	8	8	19	5	0,0127	0,0008	0,76	0,2	0,3178	0,3311	3,8958	3,8355
Senna spectabilis	2	2	5	2	0,0008	0,0002	0,2	0,08	0,0214	0,0226	0,8109	0,7977
Serjania sp.	1	1	2	1	0,0002	0,0001	0,08	0,04	0,0022	0,0031	0,3511	0,3488
Sorocea sprucei	31	38	1	17	0,0001	0,0038	0,04	0,68	0,1045	0,1305	6,6272	7,5651
Syagrus sancona	12	11	15	6	0,0031	0,0011	0,6	0,24	0,2186	0,2849	3,7649	3,9941
Trichilia pallida	2	1	6	1	0,0012	0,0001	0,24	0,04	0,0083	0,0028	0,7265	0,3467
Trichostigma octandrum	1	1	2	1	0,0002	0,0001	0,08	0,04	0,0054	0,0054	0,3713	0,3630
Urera simplex	4	3	2	2	0,0004	0,0003	0,08	0,08	0,0233	0,0144	0,9365	0,8030
Verbesina sp.	1	1	1	1	0,0001	0,0001	0,04	0,04	0,0025	0,0033	0,3531	0,3500
Xylosma intermedia	7	6	6	4	0,0007	0,0006	0,24	0,16	0,0237	0,0198	2,2291	1,5510
Zanthoxylum caribaeum	1	1	1	1	0,0001	0,0001	0,04	0,04	0,0089	0,0102	0,3941	0,3922
Zanthoxylum monophyllum	141	150	17	17	0,0141	0,015	0,68	0,68	0,7134	0,8080	17,3236	17,8832
Zanthoxylum rhoifolium	4	3	4	3	0,0004	0,0003	0,16	0,12	0,0367	0,0387	1,5828	1,2263
Zanthoxylum verrucosum	23	22	9	9	0,0023	0,0022	0,36	0,36	0,3190	0,3484	5,8724	5,8131
Zizyphus sp.	12	16	3	3	0,001 2	0,0016	0,12	0,12	0,0561	0,0789	1,8798	2,1892
Total	**1.768**	**1.811**	**357**	**364**	**0,1771**	**0,1811**	**14,28**	**14,56**	**5,5551**	**16,3880**	**300,0000**	**300,0000**

Anexo 2. Dinámica de la vegetación arbórea de la parcela permanente del PNR El Vínculo para los censos realizados (2009 y 2011) (DAP ≥ 5 cm).

Especie	Individuos muertos	Tasa de mortalidad anual, T_m	Individuos reclutados	Tasa de reclutamiento anual, T_r
Acacia farnesiana	0	0	0	0
Achatocarpus nigricans	1	0,79	11	8,05
Albizia guachapele	0	0	0	0
Amyris pinnata	47	11,96	14	3,87
Anacardium excelsum	0	0	0	0
Annona muricata	3	23,50	0	0
Brosimum alicastrum	2	3,13	6	8,85
Bunchosia pseudonitida	0	0	0	0
Capparis amplissima	0	0	0	0
Casearia aculeata	0	0	0	0
Ceiba pentandra	1	14,38	0	0
Chiococca sp.	0	0	0	0
Citharexylum kunthianum	14	13,04	7	6,94
Croton gossypiifolius	2	34,66	2	34,66
Cupania sp.	5	5,27	4	4,26
Daphnopsis sp.	0	0	0	0
Enterolobium cyclocarpum	0	0	0	0
Erythrina poeppigiana	0	0	0	0
Eugenia cf. *biflora*	0	0	0	0
Eugenia monticola	1	1,75	10	15,27
Eugenia procera	11	1,74	89	11,05
Euphorbia cotinifolia	0	0	2	14,38
Ficus sp.	0	0	1	0
Genipa americana	0	0	1	5,89
Gliricidia sepium	3	6,68	0	0
Guadua angustifolia	19	100	0	0
Guapira sp.	10	3,73	15	5,50
Guazuma ulmifolia	15	9,34	1	0,68
Machaerium capote	2	2,00	3	2,97

Cont. **Anexo 2.** Dinámica de la vegetación arbórea de la parcela permanente del PNR El Vínculo para los censos realizados (2009 y 2011) (DAP ≥ 5 cm).

Especie	Individuos muertos	Tasa de mortalidad anual, T_m	Individuos reclutados	Tasa de reclutamiento anual, T_r
Malpighia glabra	1	6,68	1	6,68
Malpighiaceae (indeterminada)	0	0	1	0
Nectandra sp.	1	0,79	6	4,55
Nyctaginaceae (indeterminada)	0	0	1	0
Ocotea veraguensis	2	1,79	0	0
Pisonia aculeata	0	0	1	3,45
Pithecellobium dulce	0	0	0	0
Pithecellobium lanceolatum	9	3,68	2	0,84
Sapindus saponaria	0	0	0	0
Senna spectabilis	0	0	0	0
Serjania sp.	0	0	0	0
Sorocea sprucei	0	0	7	10,18
Syagrus sancona	1	4,35	0	0
Trichilia pallida	1	34,66	0	0
Trichostigma octandrum	0	0	0	0
Urera simplex	1	14,38	0	0
Verbesina sp.	0	0	0	0
Xylosma intermedia	2	16,82	1	9,12
Zanthoxylum caribaeum	0	0	0	0
Zanthoxylum monophyllum	8	2,92	17	6,01
Zanthoxylum rhoifolium	1	14,38	0	0
Zanthoxylum verrucosum	1	2,22	0	0
Zizyphus sp.	0	0	4	14,38
Total	**164**	**4,84**	**207**	**6,04**

Anexo 3. Aporte de biomasa de las especies de la parcela permanente del PNR El Vínculo. Número en paréntesis indica: **1** = densidad medida en este estudio, **2** = densidad específica, **3** = densidad genérica, **4** = densidad de familia. Fuente densidades 2 a 4: Chave *et al.* (2009) y Zanne *et al.* (2009). (*) indica las especies con tallos que alcanzaron un diámetro ≥ 10 cm.

Familia	Especie	Biomasa 2009 (kg)	Biomasa 2011 (kg)	Densidad utilizada (g.cm-^{3})	Número de inclusión Herbario CUVC
Achatocarpaceae	*Achatocarpus nigricans* Triana*	2339,80	2572,56	0,78 (1)	47769, 47770
Anacardiaceae	*Anacardium excelsum* (Bertero ex Kunth) Skeels*	5988,67	5290,80	0,40 (2)	
Annonaceae	*Annona muricata* L.*	101,64	48,38	0,32 (2)	
Arecaceae	*Syagrus sancona* (Kunth) H.Karst.*	966,62	1593,18	0,46 (4)	
Asteraceae	*Verbesina* sp.	11,29	10,24	0,59 (4)	47786, 47787
Capparaceae	*Capparis amplissima* Lam.*	3757,16	3750,14	0,66 (2)	47755, 47756, 47757, 47775
Euphorbiaceae	*Croton gossypiifolius* Vahl	43,54	45,85	0,46 (3)	47782
	Euphorbia cotinifolia L.	138,59	179,21	0,56 (4)	47783
Fabaceae	*Acacia farnesiana* (L.) Willd.	8,30	9,16	0,67 (3)	47751
	Albizia guachapele (Kunth) Dugand	25,52	32,37	0,51 (2)	
	Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.*	7036,21	7156,04	0,39 (2)	
	Erythrina poeppigiana (Walp.) O.F.Cook*	740,32	849,47	0,31 (2)	
	Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.*	1689,54	1248,30	0,53 (2)	47788
	Machaerium capote Dugand*	4560,52	5591,29	0,81 (3)	
	Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.*	100,97	103,68	0,68 (2)	
	Pithecellobium lanceolatum (Willd.) Benth.*	6923,45	6836,30	0,52 (3)	47784
	Senna spectabilis (DC.) H.S.Irwin y Barneby*	104,44	118,50	0,56 (3)	
Flacourtiaceae	*Casearia aculeata* Jacq.*	154,96	160,16	0,66 (2)	47750, 47754, 47761, 47772
	Xylosma intermedia (Seem.) Triana y Planch.	98,82	68,83	0,61 (3)	
Lauraceae	*Nectandra* sp.*	3985,44	4611,00	0,59 (3)	
	Ocotea veraguensis (Meisn.) Mez*	4427,37	4907,51	0,53 (3)	
Malpighiaceae	*Bunchosia pseudonitida* Cuatrec.	8,20	9,02	0,65 (3)	
	Indeterminada 1	0,00	10,77	0,64 (3)	
	Malpighia glabra L.	156,51	130,61	0,64 (3)	
Malvaceae	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.*	330,31	393,37	0,35 (2)	
	Guazuma ulmifolia Lam.*	7323,48	6123,88	0,51 (2)	
Moraceae	*Brosimum alicastrum* Sw. *	790,84	931,28	0,63 (2)	
	Ficus sp.	0,00	7,51	0,41 (3)	
	Sorocea sprucei (Baill.) J.F.Macbr.*	462,54	591,96	0,61 (3)	47777, 47785
Myrtaceae	*Eugenia* cf. *biflora* (L.) DC.	47,20	51,58	0,80 (2)	47768

Cont. **Anexo 3.** Aporte de biomasa de las especies de la parcela permanente del PNR El Vínculo. Número en paréntesis indica: **1** = densidad medida en este estudio, **2** = densidad específica, **3** = densidad genérica, **4** = densidad de familia. Fuente densidades 2 a 4: Chave *et al.* (2009) y Zanne *et al.* (2009). (*) indica las especies con tallos que alcanzaron un diámetro ≥ 10 cm.

Familia	Especie	Biomasa 2009 (kg)	Biomasa 2011 (kg)	Densidad utilizada ($g.cm^{-3}$)	Número de inclusión Herbario CUVC
Myrtaceae	*Eugenia monticola* (Sw.) DC.	541,82	813,35	0,76 (3)	47752, 47773
	Eugenia procera (Sw.) Poir.*	6417,88	7380,42	0,76 (3)	47762
Nyctaginaceae	Indeterminada 2	0,00	13,24	0,56 (4)	
	Guapira sp.*	2804,73	2979,75	0,58 (3)	47759, 47758
	Pisonia aculeata L.*	221,13	291,77	0,35 (3)	
Phytolaccaceae	*Trichostigma octamdrum* (L.) H.Walter	24,69	24,92	0,49 (4)	47779
Poaceae	*Guadua angustifolia* Kunth				
Rhamnaceae	*Zizyphus* sp.*	416,01	592,78	0,85 (3)	
Rubiaceae	*Chiococca* sp.	36,19	41,19	0,65 (4)	
	Genipa americana L.*	256,40	398,22	0,62 (2)	
Rutaceae	*Amyris pinnata* Kunth*	6919,93	6300,82	0,90 (3)	47766, 47774, 47781
	Zanthoxylum caribaeum Lam.*	43,14	46,20	0,55 (2)	47771
	Zanthoxylum monophyllum (Lam.) P.Wilson*	3506,66	3497,06	0,61 (3)	47778
	Zanthoxylum rhoifolium Lam.*	207,38	230,76	0,57 (2)	
	Zanthoxylum verrucosum (Cuatrec.) P.G.Waterman*	1656,95	2073,48	0,61 (3)	
Sapindaceae	*Cupania* sp.*	5151,61	5657,68	0,64 (3)	47763, 47764
	Sapindus saponaria L.*	2088,74	2546,33	0,67 (2)	47753, 47767
	Serjania sp.	12,50	18,01	0,71 (4)	
	Trichilia pallida Sw.	32,99	12,39	0,65 (3)	47776
Thymelaeaceae	*Daphnopsis* sp.*	116,01	283,79	0,52 (3)	47765
Urticaceae	*Urera simplex* Wedd.*	49,80	27,32	0,21 (3)	47760
Verbenaceae	*Citharexylum kunthianum* Moldenke	1784,84	1381,44	0,64 (3)	47780

Alba Marina Torres G.
Grupo de Investigación Ecología y Diversidad Vegetal
Universidad del Valle, Cali, Colombia.
alba.torres@correounivalle.edu.co

Juan Bautista Adarve
INCIVA
adarvejuan@gmail.com

Grupo de Investigación Ecología y Diversidad Vegetal
Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Mariana Cárdenas
cardenas.lmariana@gmail.com

Jhon Alexander Vargas
lexvafi13@gmail.com

Viviana Londoño
vlondon28@gmail.com

Katherine Rivera
katherine.rivera@correounivalle.edu.co

Johan Home
kelberhome@gmail.com

Olga Lucía Duque
olgadu64@yahoo.es

Ángela María González
angelamgonzalezc@gmail.com

Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia

Recibido: 15 de diciembre de 2011
Aprobado: 20 de septiembre de 2012

Guía para autores

(ver también: www.siac.co/biota/)

Preparación del manuscrito

El envío de un manuscrito implica la declaración explícita por parte del autor(es) de que este no ha sido previamente publicado, ni aceptado para su publicación en otra revista u otro órgano de difusión científica. Todas las contribuciones son de la entera responsabilidad de sus autores y no del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, ni de la revista o sus editores.

Los trabajos pueden estar escritos en español, inglés o portugués, y se recomienda que no excedan las 40 páginas (párrafo espaciado a 1,5 líneas) incluyendo tablas, figuras y anexos. En casos especiales el editor podrá considerar la publicación de trabajos más extensos, monografías o actas de congresos, talleres o simposios. De particular interés para la revista son las descripciones de especies nuevas para la ciencia, nuevos registros geográficos y listados de la biodiversidad regional.

Para la elaboración de los textos del manuscrito se puede usar cualquier procesador de palabras (preferiblemente Word); los listados (a manera de tabla) deben ser elaborados en una hoja de cálculo (preferiblemente Excel). Para someter un manuscrito es necesario además anexar una carta de intención en la que se indique claramente:

1. Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es), y direcciones para envío de correspondencia (es indispensable suministrar una dirección de correo electrónico para comunicación directa).
2. Título completo del manuscrito.
3. Nombres, tamaños y tipos de archivos suministrados.
4. Lista mínimo de tres revisores sugeridos que puedan evaluar el manuscrito, con sus respectivas direcciones electrónicas.

Evaluación del manuscrito

Los manuscritos sometidos serán revisados por pares científicos calificados, cuya respuesta final de evaluación puede ser: a) *aceptado* (en cuyo caso se asume que no existe ningún cambio, omisión o adición al artículo, y que se recomienda su publicación en la forma actualmente presentada); b) *aceptación condicional* (se acepta y recomienda el artículo para su publicación solo si se realizan los cambios indicados por el evaluador); y c) *rechazo* (cuando el evaluador considera que los contenidos o forma de presentación del artículo no se ajustan a los requerimientos y estándares de calidad de *Biota Colombiana*).

Texto

- Para la presentación del manuscrito configure las páginas de la siguiente manera: hoja tamaño carta, márgenes de 2,5 cm en todos los lados, interlineado 1,5 y alineación hacia la izquierda (incluyendo título y bibliografía).
- Todas las páginas de texto (a excepción de la primera correspondiente al título), deben numerarse en la parte inferior derecha de la hoja.
- Use letra Times New Roman o Arial, tamaño 12 puntos en todos los textos. Máximo 40 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos. Para tablas cambie el tamaño de la fuente a 10 puntos. Evite el uso de negritas o subrayados.
- Los manuscritos debe llevar el siguiente orden: título, resumen y palabras clave, abstract y key words, introducción, material y métodos, resultados, discusión, conclusiones (optativo), agradecimientos (optativo) y bibliografía. Seguidamente, presente una página con la lista de tablas, figuras y anexos. Finalmente, incluya las tablas, figuras y anexos en tablas separadas, debidamente identificadas.
- Escriba los nombres científicos de géneros, especies y subespecies en cursiva (itálica). Proceda de la misma forma con los términos en latín (p. e. *sensu, et al.*). No subraye ninguna otra palabra o título. No utilice notas al pie de página.
- En cuanto a las abreviaturas y sistema métrico decimal, utilice las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) recordando que siempre se debe dejar un espacio libre entre el valor numérico y la unidad de medida (p. e. 16 km, 23 ºC). Para medidas relativas como m/seg., use m.seg^{-1}.
- Escriba los números del uno al diez siempre con letras, excepto cuando preceden a una unidad de medida (p. e. 9 cm) o si se utilizan como marcadores (p. e. parcela 2, muestra 7).
- No utilice punto para separar los millares, millones, etc. Utilice la coma para separar en la cifra la parte entera de la decimal (p. e. 3,1416). Enumere las horas del día de 0:00 a 24:00.
- Exprese los años con todas las cifras sin demarcadores de miles (p. e. 1996-1998). En español los nombres de los meses y días (enero, julio, sábado, lunes) siempre se escriben con la primera letra minúscula, no así en inglés.
- Los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) siempre deben ser escritos en minúscula, a excepción de sus abreviaturas N, S, E, O (en inglés W), etc. La indicación correcta de coordenadas geográficas es como sigue: 02º37´53´´N-56º28´53´´O. La altitud geográfica se citará como se expresa a continuación: 1180 m s.n.m. (en inglés 1180 m a.s.l).
- Las abreviaturas se explican únicamente la primera vez que son usadas.
- Al citar las referencias en el texto mencione los apellidos de los autores en caso de que sean uno o dos, y el apellido del primero seguido por *et al.* cuando sean tres o más. Si menciona varias referencias, éstas deben ser ordenadas cronológicamente y separadas por comas (p. e. Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- Resumen: incluya un resumen de máximo 200 palabras, tanto en español o portugués como inglés.
- Palabras clave: máximo seis palabras clave, preferiblemente complementarias al título del artículo, en español e inglés.

Agradecimientos

Opcional. Párrafo sencillo y conciso entre el texto y la bibliografía. Evite títulos como Dr., Lic., TSU, etc.

Figuras, tablas y anexos

Refiera las figuras (gráficas, diagramas, ilustraciones y fotografías) sin abreviación (p. e. Figura 3) al igual que las tablas (p. e. Tabla 1). Gráficos (p. e. CPUE anuales) y figuras (histogramas de tallas), preferiblemente en blanco y negro, con tipo y tamaño de letra uniforme. Deben ser nítidas y de buena calidad, evitando complejidades innecesarias (por ejemplo, tridimensionalidad en gráficos de barras); cuando sea posible use solo colores sólidos en lugar de tramas. Las letras, números o símbolos de las figuras deben ser de un tamaño adecuado de manera que sean claramente legibles una vez reducidas. Para el caso de las figuras digitales es necesario que estas sean guardadas como formato tiff con una resolución de 300 dpi. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertarla.

Lo mismo aplica para las tablas y anexos, los cuales deben ser simples en su estructura (marcos) y estar unificados. Presente las tablas en archivo aparte (Excel), identificadas con su respectivo número. Haga las llamadas a pie de página de tabla con letras ubicadas como superíndice. Evite tablas grandes sobrecargadas de información y líneas divisorias o presentadas en forma compleja. Es oportuno que indique en qué parte del texto desea insertar tablas y anexos.

Bibliografía

Contiene únicamente la lista de las referencias citadas en el texto. Ordénelas alfabéticamente por autores y cronológicamente para un mismo autor. Si hay varias referencias de un mismo autor(es) en el mismo año, añada las letras a, b, c, etc. No abrevie los nombres de las revistas. Presente las referencias en el formato anexo, incluyendo el uso de espacios, comas, puntos, mayúsculas, etc.

Artículo en revistas

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

Libros, tesis e informes técnicos

Libros: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Tesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Informes técnicos: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Capítulo en libro o en informe: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Resumen en congreso, simposio, talleres: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

Páginas Web

No serán incluidas en la bibliografía, sino que se señalarán claramente en el texto al momento de mencionarlas.

Guidelines for authors

(*see also: www.siac.co/biota/*)

Manuscript preparation

Submitting a manuscript implies the explicit statement by the author(s) that the paper has not been published before nor accepted for publication in another journal or other means of scientific diffusion. Contributions are entire responsibility of the author and not the Alexander von Humboldt Institute for Research on Biological Resources, or the journal and their editors.

Papers can be written in Spanish, English or Portuguese and it is recommended not exceeding 40 pages (with paragraphs spaced at 1,5) including tables, figures and Annex. For special cases, the editor could consider publishing more extensive papers, monographs or symposium conclusions. New species descriptions for science, new geographic records and regional biodiversity lists are of particular interest for this journal.

Any word-processor program may be used for the text (Word is recommended). taxonomic list or any other type of table, should be prepared in spreadsheet aplication (Excel is recommended). To submit a manuscript must be accompanied by a cover letter which clearly indicates:

1. Full names, mailing addresses and e-mail addresses of all authors. (Please note that email addresses are essential to direct communication).
2. The complete title of the article.
3. Names, sizes, and types of files provide.
4. A list of the names and addresses of at least three (3) reviewers who are qualified to evaluate the manuscript.

Evaluation

Submitted manuscript will have a peer review evaluation. Resulting in any of the following: a) *accepted* (in this case we assume that no change, omission or addition to the article is required and it will be published as presented.); b) *conditional acceptance* (the article is accepted and recommended to be published but it needs to be corrected as indicated by the reviewer); and c) *rejected* (when the reviewer considers that the contents and/or form of the paper are not in accordance with requirements of publication standards of *Biota Colombiana*).

Text

- The manuscript specifications should be the following: standard letter size paper, with 2.5 cm margins on all sides, 1.5-spaced and left-aligned (including title and bibliography).
- All text pages (with the exception of the title page) should be numbered. Pages should be numbered in the lower right corner.
- Use Times New Roman or Arial font, size 12, for all texts. Use size 10 text in tables. Avoid the use of bold or underlining. 40 pages maximum, including tables, figures and annex. For tables use size 10 Times New Roman or Arial Font (the one used earlier).
- The manuscripts must be completed with the following order: title, abstract and key words, then in Spanish Título, Resumen y Palabras claves. Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, conclusions (optional), acknowledgements (optional) and bibliography. Following include a page with the Table, Figure and Annex list. Finally tables, figures and annex should be presented and clearly identified in separate tables.
- Scientific names of genera, species and subspecies should be written in italic. The same goes for Latin technical terms (i.e sensu, *et al*.). Avoid the use of underlining any word or title. Do not use footnotes.
- As for abbreviations and the metric system, use the standards of the International System of Units (SI) remembering that there should always be a space between the numeric value and the measure unit (e.g., 16 km, 23 ºC). For relative measures such as m/sec, use m.sec^{-1}.
- Write out numbers between one to ten in letters except when it precedes a measure unit (e.g., 9 cm) or if it is used as a marker (e.g., lot 9, sample 7).
- Do not use a point to seperate thousands, millions, etc. Use a comma to separate the whole part of the decimal (e.g., 3,1416). Numerate the hours of the from 0:00 to 24:00. Express years with all numbers and without marking thousands (e.g., 1996-1998). In Spanish, the names of the months and days (enero, julio, sábado, lunes) are always written with the first letter as a lower case, but it is not this way in English.
- The cardinal points (north, south, east, and west) should always be written in lower case, with the excpetino of abbreviations N, S, E, O (in English NW), etc. The correct indication of geographic coordinates is as follows: 02º37´53´´N-56º28´53´´O. The geographic altitude should be cited as follows: 1180 m a.s.l.
- Abbreviations are explained only the first time they are used.
- When quoting references in the text mentioned author´s last names when they are one or two, and et al. after the last name of the first author when there are three or more. If you mention many references, they should be in chronological order and separated by commas (e.g., Rojas 1978, Bailey *et al.* 1983, Sephton 2001, 2001).
- Abstract: include an abstract of 200 words maximum, in Spanish, Portuguese or English.
- Key words: six key words maximum, complementary to the title.

Figures, Tables and Annex

- Figures (graphics, diagrams, illustrations and photographs) without abbreviation (e.g. Figure 3) the same as tables (e.g., Table 1). Graphics and figures should be in black and white, with uniform font type and size. They should be sharp and of good quality, avoiding unnecessary complexities (e.g., three dimensions graphics). When possible use solid color instead of other schemes. The words, numbers or symbols of figures should be of an adequate size so they are readable once reduced. Digital figures must be sent at 300 dpi and in .tiff format. Please indicate in which part of the text you would like to include it.
- The same applies to tables and annexes, which should be simple in structure (frames) and be unified. Present tables in a separate file (Excel), identified with their respective number. Make calls to table footnotes with superscript letters above. Avoid large tables of information overload and fault lines or presented in a complex way. It is appropriate to indicate where in the text to insert tables and annexes.

Bibliography

References in bibliography contains only the list of references cited in the text. Sort them alphabetically by authors and chronologically by the same author. If there are several references by the same author(s) in the same year, add letters a, b, c, etc. Do not abbreviate journal names. Present references in the attached format, including the use of spaces, commas, periodss, capital letters, etc.

JOURNAL ARTICLE

Agosti, D., C. R. Brandao y S. Diniz. 1999. The new world species of the subfamily Leptanilloidinae (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 24: 14-20.

BOOK, THESIS, TECHNICAL REVIEWS

Book: Gutiérrez, F. P. 2010. Los recursos hidrobiológicos y pesqueros en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., 118 pp.

Thesis: Cipamocha, C. A. 2002. Caracterización de especies y evaluación trófica de la subienda de peces en el raudal Chorro de Córdoba, bajo río Caquetá, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá D. C., 160 pp.

Technical reviews: Andrade, G. I. 2010. Gestión del conocimiento para la gestión de la biodiversidad: bases conceptuales y propuesta programática para la reingeniería del Instituto Humboldt. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., 80 pp.

Book chapter or in review: Fernández F., E. E. Palacio y W. P. MacKay. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Pp: 349-412. *En:* Amat, G. D., G. Andrade y F. Fernández (Eds.). Insectos de Colombia. Estudios Escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales & Centro Editorial Javeriano, Bogotá.

Symposium abstract: Señaris, J. C. 2001. Distribución geográfica y utilización del hábitat de las ranas de cristal (Anura; Centrolenidae) en Venezuela. *En:* Programa y Libro de Resúmenes del IV Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, Venezuela, p. 124.

WEB PAGES

Not be included in the literature, but clearly identified in the text at the time of mention.

Biota Colombiana • Vol. 13 • Número 2 • 2012
Especial Bosque seco en Colombia

Una publicación del /*A publication of:* Instituto Alexander von Humboldt
En asocio con /*In collaboration with:*
Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar
Missouri Botanical Garden

TABLA DE CONTENIDO / *TABLE OF CONTENTS*

